

CONTENTS

PART 1. 유도무기

- 06 북방을 지키는 수호신 '현무'
- 12 원조 지대공 미사일 '천마'
- 18 중고도 철통방공의 힘 '천궁'
- 24 국내 최초 다연장 로켓포 '구룡'
- 28 바다를 지키는 별 '해성'

쉬어가는 페이지

- 34 천궁, 천마, 신궁의 차이점
- 36 무기체계의 시험평가란 무엇일까?

PART 2. 지상무기

- 40 다산을 이룬 두꺼비
'K200 한국형장갑차'
- 46 지상전의 수호신
'K21 보병전투장갑차'
- 52 대한민국 최강 화력 'K9 자주포'
- 58 21세기 최고의 전차 'K2전차'
- 64 백발백중 보병 주력화기 'K2소총'
- 68 장병들의 수호천사
'신형개인제독킷(KD-1)'
- 72 미래 전장의 기대주 '건마로봇'

쉬어가는 페이지

- 78 전차, 장갑차, 자주포의 차이점
- 80 총과 포를 구분하는 방법

한국형 무기개발의 역사
도전과 열정의
기록들을 만나다

무기의 탄생, 그 결정적 순간들

PART 3. 해상 · 항공무기

- 84 은밀하고 치명적인 어뢰
'백상어&청상어'
- 90 빠르고 강력한 말벌의 힘
'노봉'
- 94 대잠능력 향상의 일등공신
'예인음탐기체계'
- 100 귀신같은 수중 탐지 '음향센서'
- 106 항공기 개발국 진입의 쾌거
'KT-1 기본훈련기'

쉬어가는 페이지

- 112 재미있는 무기 이름의 유래
- 114 미래 전장을 이끌 스텔스와 무인기

PART 4. 지휘통제 · 감시정찰

- 118 한국형 보안 무전기 'PRC-999K'
- 124 야간 전투력 증강의 효시
'전방감시용 열영상장비(TOD)'
- 130 적진을 꿰뚫어보는 눈
'정찰용 무인항공기 열상센서'
- 138 1초에 30회면, 어떤 적도 놓치지 않는다
'헬기용 전방관측 적외선장비
(HFLIR)'
- 146 해상의 적을 찾는 CCTV
'함정용 전자광학 추적장비(EOTS)'

쉬어가는 페이지

- 152 항법과 재밍의 세계
- 154 새로운 블루오션, 민 · 군기술협력

PART 5. 핵심기술

- 158 유도무기의 뜨거운 심장 '열전자'
- 162 전차에 탑재된 예리한 시선
'한국형포수조준경(KGPS)'
- 168 창보다 빠른 최강의 방패
'능동파괴체계'

쉬어가는 페이지

- 172 국방 소재의 종류와 특징
- 174 미래에는 어떤 무기가 개발될까?

01

첫번째 결정적 순간,
유도무기





Chapter 01

북방을 지키는 수호신
'현무'



Chapter 02

원조 지대공 미사일
'천마'



Chapter 03

중고도 철통방공의 힘
'천궁'



Chapter 04

국내 최초 다연장 로켓포
'구룡'



Chapter 05

바다를 지키는 별
'해성'

Chapter 01

북방을 지키는 수호신 '현무'

- 박정희 대통령의 극비 메모
- 아웅산에서 당한 全統, '현무' 빨리 개발하시오!
- 시골 논바닥으로 추락한 의문의 비행체
- 미국의 부품 수출 거부 그 후



박정희 대통령의 극비 메모

1971년 12월 24일, 제 1차 번개사업 시제품에 대한 사격시험을 성공적으로 마친 구상회 박사는 크리스마스 에 오랜만에 귀가해 가벼운 마음으로 목욕탕과 이발소를 찾았다. 번개사업이 시작된 지 한 달 반 정도였지만, 마치 수개월이 지난 듯 아득한 기분이었다. 주말이 지나고 월요일 아침 일찍 출근해 제 2차 번개사업 계획을 작성하던 구 박사는 청와대 오원철 수석으로부터 급히 들어오라는 전화 한 통을 받았다. 다른 때는 대개 비서관을 통해 연락이 왔는데, 그 날은 오수석이 직접 전화한 것이 마음에 걸렸다. 급히 오수석의 사무실로 들어가니 당시 공군 작전참모부장이었던 김종보 소장이 먼저 와 있었다. 오수석은 평소와 다른 굳은 표정으로 메모지 한 장을 꺼내들며 엄숙하게 말했다.

“지금부터 각하의 명령을 하달한다. 극비사항이다. 보고 난 후 즉시 파기하라. 오늘 당신들을 급히 부른 것은 사안의 중대성을 감안해서 사전 준비를 위한 것으로 정식 명령은 국방부를 통해 하달될 것이다. 국방부의 명령을 받는 즉시 개발계획을 작성해서 청와대에 보고하고, 공군은 유도탄이 개발된 후 작전운영계획을 수립해서 대통령께 보고할 것. 이상”

오수석이 내민 것은 박정희 대통령의 친필 메모였다. 메모지 서두에는 붉은 잉크로 「極秘」라고 써 있었다. 그 내용이 하도 엄청난 것이라 구 박사는 말문이 막혀버렸다. 메모내용은 다음과 같았다.

“독자적 개발체제 확립, 지대지 유도탄 개발, 1단계는 75년 내 국산화 목표로 함. 기술개발을 위해 국내외 기술진을 총동원하고, 외국전문가도 초청하여 외국과 기술 제휴, 비교적 용이한 것부터 착수, 유도거리 200Km 내외의 근거리, 탄두는 전략표적 파괴 목적으로 파괴 효과가 큰 것을 개발하되 탄두의 교환성 유지, 미사일 기술 연구반을 ADD에 부설하고 공군에 미사일 전술반을 설치”

당시 우리나라의 기술 수준은 3.5인치 로켓탄도 만들지 못해 찢절매는 수준이었다. 그러나 이 지시에 따라 1972년 4월 14일, 「1974년까지 단거리 전술유도탄 개발생산, 1976년까지 장거리 지대지유도탄 개발, 국방과학연구소장 책임 하 사업추진,」이라는 요지의 “항공공업 개발계획”이 국방부로부터 전달되었고, 1974년 5월 “유도탄 개발에 관한 기본방침”이 대통령 재가를 받음으로써 백곰기본형(NHK-1)의 개발이 본격적으로 개시됐다. 현무의 탄생을 향한 첫 씨앗이 뿌려진 것이다. 이후 연구소는 항공공업 발전계획에 따라 XFR(eXperimental Free Rocket) 개발을 통해 설계 인력을 양성하고, 외국에서 관련 기술 및 설비를 도입해 유도탄 개발을 위한 기반을 확보했다.

백곰 유도탄은 1977년 선행개발에 착수해 1978년 4월 최초 비행시험을 실시했으며, 여러 번의 실패와 성공을 거듭해 1978년 9월 26일 마침내 박정희 대통령이 지켜보는 가운데 성공적인 비행을 선보였다.

이후 1979년에는 실용개발에 착수해 당해 10월 1개의 시험포대에 실전 배치하고, 시험포대로 백곰 개량형 (NHK-II) 개발이 완료될 때까지 국방의 중추적인 역할을 담당하게 했다. 백곰 개량형은 관성항법유도방식, 대형단일추진기관 및 이동식 체계 개념으로 백곰기본형의 단점을 보완한 것이다. 백곰 개량형은 1977년 9월부터 1978년까지 시스템 개념을 정립해 1979년부터 연차적으로 개발 및 각종 비행시험을 수행했으며, 1981년 선행개발을 완료했다. 이후 정부의 조치로 개발이 중단되었다가 버마 아웅산 사건 이후 1984년 재개한 것이 현무의 시작이다.



발사를 준비 중인 현무

아웅산에서 당한 全統, ‘현무’ 빨리 개발하시오!

연구소는 1979년부터 백곰 개량형의 핵심구성품인 관성항법장치 개발을 필두로 본격적인 비행시험을 진행했다. 그러나 1979년 10월 26일 박정희 대통령의 서거로 한국의 미사일 개발사는 큰 위기를 맞게 된다. 차기 정권의 전력증강정책은 무기 개발보다는 무기 도입에 초점을 두었기 때문이다. 1982년 말에는 정부의 갑작스런 정책 변경으로 「현 상태로 사업정리, 사업 참여 인원의 대대적 감원, 사업종결 후속 조치」라는 상부 지시에 따라 미사일 개발은 제동이 걸리고 말았다. 하지만 연구소의 대대적인 기구 축소에도 불구하고 사표가 반려된 몇몇 사람들로 구성된 개발팀이 사업정리 차원에서 이동식발사대, 탄운반차량과 사격통제밴을 이용한 지상통합시험을 진행했고, 1983년 10월 9일에 일어난 버마 아웅산 테러사건을 계기로 ‘현무’라는 이름으로 사업은 다시 본격화됐다. 소장 책임 하에 다시 미사일 개발에 착수하라는 상부의 긴급지시가 있었기 때문이다. 버마 아웅산 테러사건의 참상을 겪은 전두환 대통령은 88 서울올림픽이 개최하기 전 평양을 즉시 타격할 수 있는 사정거리의 미사일을 완성하고자 했다.

1984년 연구소는 최초로 과제인력 40명 긴급 채용, 연구팀 재구성, 필수 도입 부품의 조기 확보, 짧은 기간 내의 DT/OT 시험평가 수행, 개발과 생산을 병행하기 위한 기술자로 규격화 등 과거 연구소 창설기의 번개 사업이 재현되는 듯한 긴박한 분위기였다. 300여명의 연구원과 15여개 국내 굴지 방산업체 정예요원들은 국가 안보를 책임진다는 투철한 사명감과 목표에 대한 신념, 그리고 열정으로 현무를 기필코 계획 기간 내 성공적으로 개발 완료하겠다는 의지를 불태웠다. 이후 연구원들은 1984년부터 1987년 말까지 현무의 개발과 생산을 병행했다. 1985년에는 비행 시험을 성공적으로 수행했고, 1986년부터 1987년까지는 현무 종합체계에 대한 실용성 평가를 수행해 1차 생산 및 전력화에 성공했다. 연구원들은 1988년 1월 1일부로 작전을 개시하기 위한 사업계획서를 작성한 후 밤낮없이 연구에 몰두했다. 2차 전력화는 1989년에 착수해 1995년에 완료했는데 추가로 체계를 생산해 부대 규모를 확장했고, 동시에 종합군수지원계획을 수립해 각종 기술 자료를 제작, 배포하면서 장비 운용 및 야전 정비 교육을 실시했다. 3차 생산 사업은 현무 유도탄 및 유도탄 정비 유지에 필요한 발사대, 사통장비를 생산하고 대대지역에 탄약반을 새로 설치해 신규 장비를 배치하는 사업으로 1993년 10월에 착수해 1999년 12월에 완료했다. 또한 유도탄 핵심 품목인 짐발(GIMBAL)형 관성유도장치를 완전히 국산화하고, 1999년에는 사격통제프로그램의 Y2K 문제를 해결했다.

시골 논바다으로 추락한 의문의 비행체

연구소는 1984년 9월 22일 국내 조립 관성항법장치의 성능확인 비행시험을 시작으로 1985년 9월 21일 전두환 대통령이 참관한 가운데 성공적으로 비행시험을 수행했다. 이후 현무는 1986년 9월 12일까지 7번의 연속된 비행시험을 성공적으로 마쳤지만, 동년 10월 17일 마지막 운용시험평가를 위한 장거리 비행시험에 실패하

고 말았다. 유도조종계통 연결 커넥터의 단 200원짜리 핀 한 개의 접촉 불량으로 15억 원 상당의 유도탄이 예상경로에서 벗어난 것이다. 경로에서 벗어난 현무는 비상 폭파시켜야만 했고, 그 탄체는 전북 부안군 줄פור리의 시골 논바다으로 추락했다. 과거 백곰 유도탄 비행 시험 시 4개의 소형 추진기관 중 1개가 늦게 점화돼 시험장 뒷마을로 날아가는 사고 이후 유도탄 탄체가 육지에 떨어진 두 번째 사고였다. 당시 인근 파출소는 이상한 비행체가 추락했다는 신고를 접수받은 뒤 현장을 조사했고 '국방과학연구소'라는 명판을 발견해 이 상황을 연구소에 알려왔다. 탄두와 분리된 2단 몸체 추락지점에서 약 30미터 떨어진 곳에서는 한 할아버지가 벼 타작을 하고 있었고, 약 200미터 떨어진 버스 정류장에는 줄פור리 장날을 맞아 50여 명의 사람들이 모여 있

하늘을 가르는
현무



었지만 천만다행으로 농경지 외 인명피해는 없었다. 연구소는 사고 분석을 위한 분석팀을 구성했다. 이후 5개월간 연구원 모두가 합심해 체계 전반에 걸쳐 간과한 문제점과 고장 유형 효과를 분석하고 차후 운용상에서 발생할 수 있는 요소 등 약 60여개의 개선사항을 도출해 이를 신속히 개선했다. 이를 통해 마침내 1987년 2회의 추가 운용 비행시험을 성공적으로 마치고 사업을 종료할 수 있었다..

미국의 부품 수출 거부 그 후

현무는 1차 사업 이후 추가 전력화를 위한 2차 사업을 추진하는 과정에서 또 다시 위기에 봉착했다. 1989년 후반 현무 양산을 위해 미국에서 수입되는 부품들의 수출 허가가 지연되기 시작하더니 급기야 지대공 유도탄 천마의 개발용 부품 등을 포함한 각종 미사일 및 로켓의 개발과 생산에 소요되는 수출허가 품목들이 일괄적으로 수출 거부 및 반려되기 시작한 것이다. 당시 한창 대량살상무기 비확산정책을 강화하던 미국은 한국에서 자체 개발한 현무 유도탄의 대량 생산 배치에 대해 의구심을 가졌다. 특히 미국은 현무 유도탄의 성능을 의심했다. 연구소는 이를 해소하고 연구소 제반 사업을 정상적으로 추진하기 위해 국방부, 외무부와 긴밀하게 협조해 대미 미사일 협상을 추진했다. 그 결과 1990년 10월 한미 미사일 협상이 타결됐다. 이는 1979년 한국의 관성항법방식 지대지 유도탄 개발 관련 한미 미사일 양해 이후 두 번째 미사일 협상이었다. 이후 연구소는 다시 소요 부품을 정상 획득할 수 있었다.

그러나 한미 미사일 협상에 따라 1991년 4월부터 7차에 걸쳐 현무체계 개발과 생산에 관련된 현장 및 현품에 대한 미국 측의 현장방문(Onsite Visit)이 이뤄졌다. 미국의 현장방문 때마다 연구소 개발팀은 혹시나 불필요한 오해로 인해 외교 마찰이 일어나거나 타 사업에까지 영향을 미치지 않을까 크게 염려했다. 그러나 이 과정을 통해 연구소는 핵심부품에 대한 자국의 능력이 없을 때 겪어야 할 쓴 맛을 톡톡히 봤고 이후 유도무기 핵심품목에 대한 국산화에 집중해 현무 2차 사업기간 동안 목표를 달성할 수 있었다. 또한 이러한 각종 유도무기 핵심품목에 대한 국산화 노력 덕분에 현재 유도무기체계의 국내 독자 개발이 가능해졌다.

현무는 1987년 말 전력화된 이후 오늘날까지 북한이 가장 두려워하는 핵심 무기체계로 운용되고 있다. 현무는 배치 후 15년만인 2002년 8월 26일에 거아도 시험장에서 현무 대대 최초의 사격 훈련을 성공적으로 마쳐 운용부대 요원의 사기 진작은 물론 현무 체계의 신뢰성을 입증했다. 현무 체계를 개발함으로써 획득된 관성항법방식의 유도조종기술, 고속유도비행체 성능설계 및 분석기술, 대구경 고체추진기관기술, 고성능 대용량 유압장치기술, 자탄분산식 고신뢰 탄두기술 등 다양한 기술은 각종 유도무기 개발의 핵심 뼈대가 됐다. 📍

현무를 소개합니다



불꽃을 내뿜으며 발사되는 현무

현무는 적 도발 시 후방에 위치한 지상 고정 표적 타격을 목표로 하는 지대지 유도무기다. 발사대 및 포대통제소는 차량탑재 이동식으로 설계됐으며, 유도탄은 2단 고체 추진 기관의 정밀 관성유도방식을 사용해 표적을 정확히 타격한다. 현무 체계는 이동식 발사대, 3기의 발사대 제어가 가능한 5톤 트럭 탑재 포대통제소, 유도탄 트레일러와 유도탄으로 구성됐다.

추진방식은 2단 고체 추진기관을 사용한다. 유도탄의 길이는 11.92m, 동체 직경 0.89m이며 최대 사거리는 180km다. 현무는 장거리 지대지 개량형 유도무기의 자주적 개발 효시로 고도정밀유도 성능을 기반으로 장거리 대응 타격력을 확보해 억제전력증강에 크게 기여했다는 평가를 받고 있다.

특히 1단 단일추진기관, 관성항법장치, 유도조종장치, 이동형발사대, 발사통제장비를 국내에서 개발했으며, 탄착까지 계속 지령유도조종하는 방식에서 벗어나 발사 전 탄착점과 궤도를 장입해 관성 유도에 의해 자율 유도비행하는 방식으로 명중 정확도를 크게 향상시켰다. 백곰은 1단 로켓으로 작은 추진기관 4개를 묶어 사용하는 반면 현무는 대형 추진기관 1개를 사용한다.



Chapter 02

원조 지대공 미사일 '천마'

- 대한민국의 하늘을 지키는 힘
- 국군의 날 시가행진을 보기까지...
- 손톱보다 작은 흑연 조각 때문에...



대한민국의 하늘을 지키는 힘

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있고 산악지형 또한 많아 적의 저고도 기습공격을 방어하기 쉽지 않은 지형이다. 또한 휴전선에서 40km 이내에 수도권과 비행장 및 국가 주요 시설들이 위치해 있어 저고도로 공격해 오는 적기를 방어하는 방공체계의 중요성도 매우 크다. 이와 같은 위협에 대비해 우리 군은 1954년 고사포대대 창설을 시작으로 방공체계를 구축해 왔다. 1964년에는 미국으로부터 지대공 유도무기 호크와 나이키를 도입해 주한 미군의 방공전력과 함께 운영하기 시작했으며, 1970년대에는 발칸과 엘리콘 등 대공포를 도입해 방공체계를 꾸준히 강화시켜왔다. 북한은 1970~1980년대 AN-2기 등을 이용한 저고도 침투 능력 및 전자전 능력을 향상시켜 왔으며, 한층 강화된 무장 헬리콥터의 원거리 공격 능력은 우리 군의 야전기동부대에 큰 위협 요소로 부각됐다. 이에 따라 당시 우리 군의 방공체계 강화는 시급한 과제로 떠올랐다. 육군은 그동안 취약하기만 했던 고도 5km, 사거리 10km의 공역 방공을 위해 발칸, 자주대공포, 휴대용 대공 유도무기, 단거리 지대공 유도무기 등을 혼합 편성하는 방공개념을 정립했으며 1982년 4월 단거리 지대공 유도무기에 대한 소요를 제기했다. 1980년대 초 연구소는 지대지 유도무기 현무와 함대함 유도무기 해룡을 개발하는데 총력을 기울이고 있었다. 1982년은 정부의 갑작스런 정책 변경으로 모든 유도무기 개발 사업이 중단되는 우여곡절을 겪은 후이기도 하다. 연구소는 버마 아웅산 테러사건을 계기로 다시 본격화한 현무와 해룡 개발 경험을 바탕으로 지대공 유도탄 개발에 관심을 두기 시작했다. 향후 호크와 나이키 등 해외 도입 무기 체계와 관련해 예상되는 성능개량 및 기술적 해외 의존도 탈피를 위해서라도 국내 방공무기체계 개발은 반드시 필요한 일이었다.

천마는 1989년 본격적인 개발에 착수했다. 연구소는 1987부터 1988년까지 2년에 걸쳐 분야별 기초연구를 바탕으로 선행연구를 수행했는데, 이 기간에 체계 개념설계를 실시하고 국내 실험시설을 통해 분야별 국내 개발 가능성을 확인했다. 사업적으로는 체계개발의 첫 단계인 선행개발 착수를 위한 개발계획을 구체화했다.

당시의 획득제도는 체계개발이 선행개발과 실용개발로 구분돼 있었다. 연구소는 선행연구 결과 수립된 체계개발계획에 따라 1989년부터 1994년까지 5년간 선행개발을 수행했다. 국방부는 천마 사업단을 운영하고 연구소의 40여개 연구실 및 13개의 주요 방위산업체, 11개의 연구기관 및 대학교 등이 참여하는 범국가적 군산학연 개발체제를 구축했다. 사업 착수 후 2년간 유도탄 분야에서는 발사관 이탈시험과 무유도 비행시험을 실시하며 초기 개발 시의 문제점들을 해결해나갔다. 1991년부터는 체계의 구성품들을 조립하고 기능과 성능을 확인하는 체계통합 과정을 진행했고, 1993년 하반기에는 처음으로 실시한 중함유도비행시험을 성공적으로 수행했다. 그리고 마침내 1993년 12월 선행개발을 성공적으로 완료했다. 선행개발 결과 탐지레이더의 근거리 및 저속 헬기에 대한 탐지 성능이 다소 미흡하고 영하 30℃ 이하의 저온 환경에서 체계작동 준비시간이 과다하게 소요되는 등의 보완사항이 도출됐지만 유도탄의 명중률 등 대부분의 군 요구 성능을 만족시켰다. 선행개발을 통해 기술적 위험요소들을 모두 해소한 연구소는 1994년 10월부터 1997년 12월까지 체

계개발의 두 번째 단계인 실용개발에 착수했다. 이후 선행개발 단계에서 도출된 문제에 대한 보완 설계와 함께 양산을 대비해 각 구성품들을 보완 제작해 체계 2조에 대한 체계통합을 완료했다. 실용개발 단계에서 실시한 15회의 유도탄 사격시험에서는 모든 표적을 명중시키는 성과를 거뒀다. 실용개발을 진행 중이던 1995년 10월에는 조기 전력화를 위해 추가 실용시제를 수도권에 배치하는 방안이 승인됐다. 1999년 12월에는 양산품이 아닌 추가 실용시제를 야전에 배치했다. 1999년 11월부터 시작된 양산 단계에서 생산된 양산 1호기는 2002년 5월에 출고 및 배치됐다.

국군의 날 시가행진을 보기까지...

천마 개발 착수 시 연구소는 지대지 유도무기 백곰 및 현무의 개발경험과 반능동 레이저유도방식을 채택하는 함대함 유도무기 해룡의 개발경험 밖에 없었다. 지대지 유도무기 개발에 치중하다 보니 지대공 유도무기 개발에 필수적인 레이더 기술이 취약한 상태였으며, 기동성을 요구하는 지대공 유도무기에 대한 개발경험은 전무한 상태였다. 하지만 다행히 지대지 유도무기 개발을 통해 초음속 풍동실험실, 추진제공장, 구조실험실 등을 구축해 관련 인프라는 확보된 상태였다. 또한 유도탄 설계에 필수적인 유도탄 형상설계 기술 및 공력설계 기술, 구조해석 기술 등을 비롯해 유도조종장치의 반도체화, 사격통제장치의 국산화, 탄두 및 추진기관 설계 등 유도무기 설계와 시험평가기술 또한 축적한 상태였다. 특히 해룡 사업과 30mm 대공포 비호 사업의 개발 경험은 단거리 지대공 유도무기의 분야별 설계 및 제작 기술을 확보하는데 큰 도움이 될 것으로 판단됐다. 1983년에 열린 한·미 연례안보협의회의(SCM)에서는 연구소의 단거리 지대공 유도무기 개발이 정식 제안돼 긍정적으로 논의되기도 했다. 이후 연구소는 1984년부터 연구팀을 구성해 개발 가능성을 타진하고 개발방안을 준비했다. 개발 착수 시 국내 레이더 기술이 취약해 탐지레이더와 추적레이더 등 탐지추적장치는 해외 기술 도입 형태로 개발하기로 결정하고, 프랑스의 톰슨CSF사(현 탈레스사)를 업체로 선정했다. 톰슨CSF사는 1964년부터 1973년까지 크로탈(Crotale) 단거리 지대공 유도무기를 개발했고, 업체로 선정할 당시 VT-1 유도탄을 사용하는 크로탈-NG의 체계개발을 마무리하는 단계였다.

당시 몇몇 선진국들만이 단거리 지대공 유도무기를 개발한 상황이었기 때문에 연구원들은 '과연 우리가 단거리 지대공 유도무기를 개발할 수 있을까'라는 의구심을 갖기도 했다. 그러나 한편으로는 최신 단거리 지대공 유도무기들과 성능 면에서 뒤지지 않는 무기체계를 개발하겠다는 각오를 굳게 다졌다.

국내 기술 기반이 취약해 해외기술협력으로 개발한 탐지추적장치를 제외하고 유도탄, 사격통제장치, 터렛, 발사관 및 발사대 등은 모두 국내기술로 개발됐다. 탐지추적장치 중 탐지레이더는 양산 초기 단계에서 국산화가 이뤄졌고, 추적레이더 등 다른 구성품들도 후속 양산 단계에서 점차적으로 국산화가 완료됐다. 연구



소는 1997년 10월 27일 국방부 장관을 비롯한 많은 내외 인사들이 참석한 가운데 천마의 시범사격을 성공적으로 마쳤다. 실용개발 기간에 실시한 유도탄 사격시험에서는 모두 명중을 기록하는 쾌거를 달성했다.

천마는 1997년 12월 실용개발을 완료했고, 1998년 10월 1일 국군의 날 행사 때는 수도권에 배치 예정인 천마 2문을 국민들 앞에 선보였다. 텔레비전을 통해 시가행진을 하고 있는 천마를 지켜본 연구원들은 개발 과정 중 어려웠던 순간들을 떠올리며 벅찬 감정을 느꼈다.

손톱보다 작은 흑연 조각 때문에...

새로운 개념의 유도탄을 개발하기 위해서는 유도방식을 결정한 후 유도탄 형상설계가 이뤄져야 한다. 현무와 해룡 유도탄의 개발경험이 전부였던 연구소에서 새로운 유도탄의 형상을 설계하는 것은 큰 도전과다름없었다. 특히 자주차량에 레이더, 사격통제장치, 터렛 등과 함께 8발의 유도탄을 탑재할 수 있도록 탄을 소형화, 경량화 하는 것이 어려운 문제였다. 천마 유도탄의 최초 설계 개념은 해룡 개발을 통해 축적한 기술이 바탕이 됐다. 유도탄에 김발형 적외선 탐색기를 부착하고 탐색기가 포착 가능한 거리 이내의 근거리 표적에 대해서는 발사전 포착(Lock on Before Launch) 개념을, 그 이상의 원거리 표적에 대해서는 발사 후 포착(Lock on After Launch) 개념을 적용하는 것이었다. 중기유도는 시선지령 유도방식을 사용하고, 종말유도는 적외선 호밍유도방식을 사용하는 복합유도방식이었다. 1987년 선행연구를 수행하는 동안 연구진은 이런 설계 개념을 수정해야 했다. 적외선 탐색기를 사용하면 그 크기와 적외선 돔(Dome)이 비행하는 유도탄의 공기저항을 증대시켜 결국 유도탄을 더 크게 만들어야 하고 8발을 탑재할 수 있도록 소형화 할 수 없었기 때문이다. 연구팀은 사거리 10km급의 유사무기 체계들과 같이 시선지령 유도방식에 의한 단일유도방식을 채택했다. 이 결정은 복합유도방식으로 언급된 군의 소요제기 문서를 수정해야하는 부담으로 돌아왔다. 다행히 소요군의 협조로 1989년 체계개발을 착수하기 전 소요제기 문서가 수정됐다. 천마 개발 당시 유도탄 개발 과정에서 실시한 사격시험들은 늘 연구팀을 긴장하게 만들었다. 유도탄 사격을 위한 카운트다운이 실시되면 각 연구원들은 자신이 설계하고 제작한 구성품이 정상적으로 동작하여 의도된 성능을 발휘하기를 기원했다.

천마는 1990년 11월 21일에 실시된 유도탄 사격시험에서 첫 번째 어려움을 겪었다. 발사된 유도탄이 제대로 비행하지 못하고 조종이 불가능한 상태에서 제멋대로 날아간 것이다.

긴장된 분위기 속에서 유도탄 사격시험을 지켜보던 모든 사람들이 크게 놀랐다. 특히 유도탄의 추력을 발생시키는 추진기관을 담당한 연구원들의 얼굴이 굳어졌다. 1989년 4월 지상시험용 추진기관을 제작해 첫 시험을 한 바 있고, 1990년 2월 말까지 모두 8기의 추진기관에 대한 지상연소시험을 실시한 결과 모두 성공적이었기에 더욱 당황스러웠다. 추진기관 연구원들은 추진기관에서 발생할 수 있는 기술적 문제에 대해 밤을 새워

가며 토론을 벌였고, 날이 밝자 발사 장소 인근을 샅샅이 뒤졌다. 유도탄 발사 실패의 원인이 추진기관에 있다면 단서가 될 만한 무엇인가가 떨어져 있을 것이라고 생각한 것이었다. 그 때 손톱 크기보다 작은 검은 조각이 눈에 들어왔다. 흑연이었다. 추진기관에 이상이 있음을 말해주는 결정적 증거였다. 유도탄의 추력을 얻기 위해 추진제를 태운 연소가스는 노즐을 통해 뒤로 분출된다. 흑연은 바로 이 노즐 부분에 쓰이는 소재였다. 2,700℃ 이상의 연소가스가 분출되는 노즐의 재료로는 엄청난 고온을 견딜 수 있는 흑연이 적격이었다. 하지만 흑연은 충격에 약하다는 치명적인 단점이 있었다. 분석 결과 노즐 목에 생긴 아주 미세한 흠집이 고열에 그만 깨져 나간 것이었다. 연구팀은 이때 얻어진 시험결과를 통해 노즐의 재료를 복합 내열재로 변경했다.

유도탄 사격시험을 하다보면 희비가 같이 오는 경우도 있다. 지대공 유도무기를 시험할 때는 항공기를 모사하기 위해 표적기에 견인표적을 매달아 900미터 정도 떨어뜨려 비행하면서 유도탄을 사격한다. 한번은 견인줄이 잘 풀리지 않아 표적기와 견인표적 간의 거리가 너무 짧아지는 상황이 벌어졌다. 지상의 사격통제요원은 너무 근접한 두 개의 표적 심벌을 보면서 견인표적을 교전표적으로 지정하느라 애를 먹고 있었다. 이날도 많은 군 고위 관계자가 천마에 대한 관심과 기대감으로 시험을 참관 중이었다. 상황을 전해들은 사업 책임자는 표적기가 비행중인 상황에서 유도탄 사격을 강행할 것인지 중단할 것인지를 결정해야 했다.

심사숙고 끝에 발사한 유도탄은 3억 원의 표적기를 격추시켰고 유도탄 사격시험은 대성공이었다. 연구팀은 격추된 표적기 가격에 마음이 무거우면서도 표적기를 격추한 체계의 성능에 매우 흡족해했다. 📌

천마를 소개합니다

천마는 1999년부터 군에 배치됐으며 정식명칭은 '한국형 단거리 지대공 유도무기(KSAM)'다. 단거리 지대공 유도무기는 공중으로 침투하는 적의 항공기를 파괴, 무력화하거나 공격효과를 감소시키는 역할을 한다. 주로 특정한 지역이나 중요 시설을 방호하는 국지방공 임무와 탱크 부대 등 기동부대를 적의 항공기로부터 방어해주는 임무를 담당한다. 천마는 표적을 탐지 및 추적하는 탐지레이더와 교전표적을 추적하는 추적레이더, 사격통제장치, 발사대, 유도탄 등이 궤도차량에 탑재된 집중형 대공유도무기 체계다. 소형 전투기 등 표적을 20km까지 추적할 수 있고 유도탄의 유효사거리가 10km에 달한다. 주로 고도 5km 이하의 저고도 방공임무를 담당하기 때문에 탐지추적장치가 저고도에서도 양호한 탐지추적 성능을 발휘하도록 개발됐다. 또한 현대전에서 가장 중요시되는 전자전 대응 능력도 갖추고 있다. 탐지레이더가 표적을 탐지 추적하고 교전할 표적이 지정되면 추적레이더는 표적을 추적한다. 사격통제장치에서 유도탄을 발사하면 추적레이더가 표적을 바라보는 시선 내에 위치하도록 시선지령 유도방식으로 유도한다. 추적레이더는 표적과 함께 유도탄을 추적하며, 사격통제장치에서 계산한 유도명령을 유도탄으로 송신한다. 유도탄은 지령수신기를 통해 유도명령을 수신한 후 표적을 격파한다. 적의 비행체를 요격하는 천마 유도탄은 높은 기동성과 명중률을 자랑한다.

유도탄은 유도조종장치, 신관, 탄두, 구동장치, 지령수신기, 추진기관, 기체 등으로 구성된다. 표적을 향해 날아가는 유도탄의 운동방향은 조종날개에 의해 조종되며, 조종날개는 고압의 공기로 작동되는 공압식 구동장치에 의해 구동된다. 유도탄이 표적에 도달하면 신관에 의해 탄두가 기폭 되어 적의 비행체를 파괴하게 된다. 표적을 감지하는 신관으로 광학식 근접신관과 충격신관을 모두 갖추고 있으며 파편 집중형 탄두가 적용됐다. 시선지령 유도방식의 특성상 발사된 유도탄은 추적레이더와 표적 사이의 가시선 위에 위치하게 된다. 유도탄의 화염에 의해 추적레이더가 표적을 놓치지 않도록 추진기관은 연기가 희박하도록 개발된 희연 추진제를 사용했다.

천마는 주·야간은 물론이고 전천후 조건에서도 운용된다. 기동부대를 방어하기 위해서는 피지원 부대와 동등한 기동력으로 이동할 필요가 있다. 전차 부대를 방호하는 임무를 수행할 경우 전차와 동일한 기동력을 갖춰야 한다. 이에 천마는 궤도 차량을 개발해 적용했다. 덕분에 우리나라와 같은 산악 지형에서도 야전군 기동부대와 동시적인 기동성을 보장하며 시속 60km로 이동할 수 있다. 천마 개발을 통해 확보된 대표적인 핵심기술들은 시선지령 유도조종 기술, 공압식 구동장치 기술, 광학식 신관 기술, 파편 집중형 탄두 기술, 실시간 임베디드 컴퓨터 기술 등이 있다. 대부분의 구성품 기술들은 국내에서 최초로 개발된 것들이다. 천마 사업과 같이 대형 연구개발 사업을 효율적으로 관리하는 대형 프로젝트 매니지먼트 기술 역시 빼놓을 수 없는 주요 기술의 하나다. 천마 개발을 통해 확보된 기술 및 개발경험은 이후에 개발된 신궁, 천궁 등 또 다른 지대공 유도무기들의 개발에 큰 밑거름이 됐다.



Chapter 03

중고도 철통방공의 힘 '천궁'

- 노후화 된 호크 및 나이키의 새로운 대안
- 과연 국내에서 개발할 수 있을까?
- 어부가 전해준 잊지 못할 선물



노후화 된 호크 및 나이키의 새로운 대안

천궁 개발을 착수하던 당시 공군은 방공 전력으로 호크와 나이키를 운용하고 있었다. 호크와 나이키 전력은 대부분 1960년대 우리나라에 전개했던 미군 전력이었다. 1950년대 미국 공군에서 개발한 나이키는 노후화가 심각해 2003년부터 포대가 해체되기 시작했다. 이에 공군은 후속 전력으로 차기 유도무기의 조기 전력화를 위해 노력하고 있었다. 호크는 1950년대 미국 육군에서 개발한 중거리 지대공 유도무기다. 1972년에는 성능개량을 통해 I-HAWK(Improved Homing All the Way Killer)로 개량됐다. 우리 공군은 1984년부터 호크 체계에 대한 1, 2차 재개량을 실시했다. 국내 기술기반이 취약해 미국의 원제작사에 의해 성능개량이 이뤄지다 보니 상당히 많은 예산이 투입되고 있었다. 국방부는 1991년 8월 2차 재개량 사업을 승인하면서 호크 개량사업은 2차 재개량으로 종결하고 장기 유지를 위한 대책을 강구하도록 지시했다. 공군에서는 핵심 수리 부속품 확보 등의 어려움으로 운영유지 관련 많은 문제점들이 발생할 것으로 예상하고 있었다. 이에 따라 1993년 8월 국방부는 방공운영개념과 장기 국방기술 전략 등을 고려해 중거리 지대공 유도무기부터 연구개발을 추진하는 방안을 검토하도록 지시했다. 연구소는 개발에 필요한 핵심기술 연구를 조기에 착수한다는 가정 하에 국내 개발 계획을 회신했다. 합참에서는 1994년에 전력화시기와 군 요구 성능 등을 반영해 소요를 결정했다. 소요제기 권한을 가지고 있던 합참에서 직접 소요를 제기한 것이다.

연구소는 1998년부터 체계개념연구와 탐색개발을 통해 핵심기술을 개발한 후, 2006년에 '철매-II'라는 사업명으로 천궁의 체계개발에 착수해 2011년 말 개발을 완료했다. 지대공 유도무기의 모든 기술들이 어우러져야 하는 중거리 지대공 유도무기의 개발함으로써 우리나라의 국방 과학기술은 선진국들과 어깨를 나란히 하게 됐다. 2012년 말에는 천궁이 국가과학기술위원회와 한국과학기술기획평가원에서 선정하는 2012 정부연구개발 최우수 성과로 선정되는 영예를 안기도 했다.

연구소는 체계개념연구를 착수하기 이전인 1994년 3월부터 천궁 개발 가능성을 검토하며 관련 연구를 시작했고, 그해 12월 천궁을 중점 추진 무기체계로 선정했다. 조속히 확보해야 할 핵심기술은 체계설계 기술, 다기능레이더 기술, 사격통제 기술, 능동형 초고주파 탐색기 기술, 고기동 유도탄의 유도조종 기술, 탄두 신관 기술, 지령송수신 기술 등이었다. 핵심기술들 중 일부 선진국에서만 개발을 완료한 다기능레이더 기술은 가장 취약한 기술이었다. 당시 국내 기술 수준은 3차원 레이더에 대한 응용연구를 수행하고 있는 정도였다. 연구소는 1998년부터 2000년 12월까지 체계개념연구를 수행하며 체계와 주요 구성품들의 개념설계를 실시하고 설계요구조건을 정립했다. 또한 같은 기간에 핵심기술 개발을 위한 응용연구 과제들을 수행했다. 탐색개발은 2001년 10월부터 2006년 5월까지 수행했다. 특히 다기능레이더 기술을 확보하는데 많은 시간이 소요됐다. 체계개발은 2006년 10월에 착수했으며 2006년도에 출범한 방위사업청과 함께 소요군, 국내 주요 방위산업체, 연구기관, 대학 등과 군·산·학·연의 연구개발 협력체제를 구축했다. 연구소를 비롯해 관련 기관과 업체에서 약 1,100여명의 인력이 천궁 개발에 참여했다. 소요군인 공군은 설계검토회의 등 각종 기술검

토회의에 참여해 사용자 입장에서 의견 제시했으며, 운용자 화면설계 등을 집중적으로 검토해 사용하
기에 편리한 무기체계를 개발할 수 있도록 큰 도움을 줬다.



중거리 지대공
유도무기
천공 포대

과연 국내에서 개발할 수 있을까?

천공 개발을 착수하던 시기에 중·장거리 지대공 유도무기를 개발한 나라는 미국, 러시아, 프랑스, 일본 등
과 탄도탄 방어 무기체계인 애로우(Arrow)를 개발하고 있던 이스라엘 정도가 전부였다. 프랑스와 이탈리아
는 호크를 대체하기 위해 공동으로 SAMP/T 체계를 개발하고 있었고, 우리보다 앞선 2009년경에 개발을 완
료했다. 일본은 1988년부터 호크 대체 전력을 개발하기 위한 연구를 시작해 2003년경에 추섬(Chu-SAM)
을 개발했다. 또한 미국, 이탈리아, 독일은 1996년부터 공동으로 MEADS(Medium Extended Air Defence
System)를 개발하고 있었다. 2차 대전 이후 1980년대까지 중·장거리 지대공 유도무기의 개발은 미국과 러
시아에 의해서만 이뤄졌다. 미국은 패전국인 독일로부터 설계 기술자들과 V2 로켓 부품 등을 획득했고, 러시
아는 유도탄 관련 기술 자료들과 함께 생산 기술자들을 이주시킨 상태였다. 이를 통해 미국은 1950년대부터
나이키와 호크를 개발했고, 1960년대부터는 패트리엇를 개발하기 시작해 1982년에 전력화 한 후 계속적
으로 성능개량을 해오고 있었다. 또한 러시아는 1947년 알마즈 설계국(Almaz Design Bureau)을 설립해 지
대공 유도무기를 개발하기 시작했다. 이후 SA-1으로 불리던 S-25 지대공 유도무기 체계를 개발해 1955년
부터 배치했다. 러시아 역시 1960년대에 S-300PMU를 개발해 1980년대 초에 전력화한 후 계속적으로 성
능개량을 실시하고 있었다.

천공 개발 착수 시 연구소는 지대지 유도무기 현무를 개발한 후 단거리 지대공 유도무기 천마, 함대함 유도무기 해성을 개발한 경험을 갖고 있었다. 하지만 일부 선진국만이 개발에 성공한 중거리 지대공 유도무기를 국내 개발하겠다는 계획은 많은 사람들의 우려를 불러일으켰다.

그러나 노후화되고 있는 호크를 대체할 무기체계를 반드시 국내에서 개발해야한다는 당위성은 설득력을 갖고 있었다. 많은 핵심기술들을 적용해야 하는 천공을 개발할 경우, 우리나라의 유도탄 기술을 한 단계 도약 시킬 수 있다는 점도 주요한 고려사항이었다. 1997년 연구소에서 제출한 사업계획서를 승인해야했던 국방부는 큰 부담을 느꼈다. 1조원 이상이 투입될 것으로 예상되는 대형 사업을 승인하기까지 1년여 기간이 소요됐다. 당시 우리나라가 첨단 지대공 유도무기를 개발할 수 있겠느냐는 불안감이 가장 컸다. 부족한 기술과 한정된 예산으로 우리에게 꼭 필요한 무기체계를 어떻게 개발에 성공하느냐가 큰 과제였던 것이다.

어부가 전해준 잊지 못할 선물

천공 유도탄은 빠른 속도와 높은 기동성을 요구한다. 연구소는 천마 유도탄의 설계 경험을 가지고 있었으나 꼬리 날개만 있는 고속 고기동 유도탄 형상 설계는 또 다른 차원의 기술이었다. 연구소는 1999년 말까지도 유도탄 형상 확정에 어려움을 겪고 있었다. 가장 큰 이슈는 유도탄 발사 후 진행 방향을 바꾸는 초기회전방식을 결정하는 것이었다. 개발 초기에는 추진기관의 추력을 일부 사용하는 제트베인 방식을 적용하기로 하고 구성품을 제작해 각종 실험을 실시했다. 실험 결과를 바탕으로 설계를 확정하려 했으나 유도탄 무게가 최초 예상 무게보다 크게 증가하고 말았다. 또한 무거운 제트베인이 뒷부분에 장착되면서 유도탄의 무게 중심이 후방 쪽으로 치우쳐 유도조종 안정성을 확보하기가 어려웠다. 연구팀은 많은 논란 끝에 결국 제트베인을 떼어내고 측추력기를 이용하는 초기회전방식을 적용하기로 했다. 이는 이전의 어느 선진국에서도 시도해 본 적이 없던 전혀 새로운 초기회전방식이라 많은 논란이 있었다.

측추력기는 유도조종 종말 단계에서 사용할 목적으로 설계한 것이었는데 초기회전 단계에서도 일부를 사용하게 된 것이다. 측추력기에 의한 초기회전방식은 천공의 여러 가지 특징들 중의 하나가 됐다. 천공 유도탄 앞부분에서 화염을 뿜으며 유도탄을 회전시키는 장면의 주인공이 바로 그것이다.



천공의 탐색개발 단계에서는 세 차례의 유도탄 사격시험이 실시됐다. 2004년 4월부터 실시한 1차와 2차 사격시험은 모두 실패했다. 1차 사격시험의 실패원인은 추진기관과 유도탄 동체의 오동작으로 추측됐다. 2차 사격시험의 실패원인은 발사관의 사출판 설계 오류가 주원인일 것이라는 잠정적인 결론이 내려진 상태였다. 그런데 2005년 7월 초로 예정된 3차 사격시험 준비가 거의 막바지에 이르렀을 때였다. 어느 어부가 사격시험장 앞바다에서 건진 유도탄 잔해물이 종합시험단에 전달됐다. 연구팀은 2차 사격시험의 실패 원인분석

에 큰 도움이 되리라는 희망을 갖고 잔해물을 분해했다. 부품번호를 확인한 순간 놀랍게도 해당 잔해물은 1차 사격시험의 유도탄 잔해물이라는 사실을 알게 됐다. 잔해물을 분해한 후 추진기관을 살펴보자 연소관의 노즐 조립부 근처에서 구멍을 발견할 수 있었다. 1차 사격시험 후 추진기관이 연소 말기에 구멍이 나면 촉추력이 발생해 유도탄 오작동을 설명할 수 있다는 원인분석 결과를 뒷받침하는 것이었다. 추진기관에 구멍이 나는 것은 있을 수 없다고 주장하던 추진기관 연구팀은 그동안 전혀 경험해 보지 못한 현상을 파악하기 위해 처음부터 다시 설계를 검토하기 시작했다. 추진기관 구조물은 열로부터 보호하기 위해 내열재를 내부에 부착하는데 이 내열재에서 발생한 기포가 원인이었다. 덕분에 연구팀은 새로운 공법을 개발해 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 개발 초기에 이런 오류를 바로 잡았다는 것은 큰 행운이었다. 연구팀은 지금도 유도탄 잔해물을 건져 준 어부의 선물을 매우 고맙게 여기고 있다.

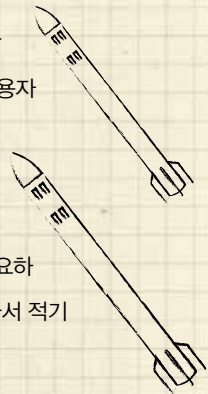
유도탄 사격시험을 실시할 때는 모든 연구원이 극도로 긴장한다. 면밀한 검토를 통해 설계를 확정하고 제작된 구성품들의 품질을 확인하지만, 미세한 오류도 용납하지 않는 것이 바로 유도탄 사격시험의 특성이기 때문이다. 천공의 개발에 참여한 많은 연구원들은 2011년 5월 20일에 실시한 유도탄 사격시험의 성공 순간을 잊지 못한다.

일주일 후 마지막 사격시험이 남아 있었지만, 이날 시험을 성공하면 명중률 요구조건을 만족하게 되는 상황이었다. 지난 14년간 진행해 온 대장정의 천공 개발 사업이 성공적으로 마무리 되는 역사적인 날이었던 것이다. 유도탄이 발사되고 탐색기가 표적을 성공적으로 포착해 정상 추적하고 있다는 신호가 전시 화면에 표시되고 잠시 후 유도탄과 표적의 레이더 신호가 전시 화면에서 동시에 사라졌다. “와! 직격이다!” 시험팀원들의 입에서 거의 동시에 튀어나온 말이었다. 연구원들은 서로 부둥켜안고 격려했다. 도저히 말로는 표현할 수 없는 환희의 순간이었다. 📍

천공을 소개합니다.

천공은 공군이 운용중인 호크 체계의 후속 대체 전력으로 개발한 중거리 지대공 유도무기다. 천공은 적의 공중 공격으로부터 국가 주요 군사시설이나 산업시설 등을 지키는 임무를 담당한다. 적의 항공기나 유도탄 등 이륙한 비행체를 파괴, 무력화하거나 공격 효과를 감소시키기 위하여 운용되는 대공무기의 하나인 것이다. 천공 체계는 **교전통제소**, **다기능레이더**, **발사대**, **유도탄**으로 구성된다. 유도탄은 탄두, 신관, 탐색기, 세라믹 레이돔, 유도조종 장치, 관성항법장치, 지령수신기, 구동장치, 측추력기, 추진기관, 기체, 원격측정장치 등 많은 구성품들의 집합체다. 다기능레이더가 표적을 탐지 및 추적하면 표적의 정보가 교전통제소로 전달된다. 교전통제소는 위협 순위 에 따라 교전표적을 지정하고 교전 가능성을 판단해 유도탄을 발사한다. 유도탄은 수직사출방식으로 발사돼 일 정높이에 도달하면 추진기관이 점화되고, 측추력기를 사용해 표적방향으로 방향을 바꾼다. 이후 관성항법 유도 방식으로 유도되면서 미리 계산된 예상 명중점을 향해 비행한다. 이 과정에서 다기능레이더로부터 표적정보를 주기적으로 수신해 표적의 기동에 대처한다. 탐색기가 표적을 추적하면 비례항법 유도방식으로 종말호밍유도가 이뤄진다. 유도탄이 표적에 접근하면 근접신관이 가장 효과적인 시점에 탄두를 폭발해 표적을 격파한다.

천공 유도탄은 측추력기를 이용한 초기회전방식을 채택했으며 표적지향성 탄두를 적용했다. 일반적인 지 대공 유도탄의 탄두는 파편이 360° 방향으로 균일하게 분산된다. 천공 탄두는 표적이 없는 방향으로 날아가 는 파편들을 표적의 방향으로 집중시켜 탄두의 효과가 배가될 수 있도록 개발한 최첨단 탄두다. 다기능레이더 는 표적의 탐지 및 추적, 적아식별과 유도탄과의 통신 등 여러 기능을 수행하는 다기능 3차원 위상배 열 레이더다. 다양한 종류의 레이더를 사용하는 호크와 달리 하나의 다기능레이더를 사용해 포대 장 비의 구성이 단순하고 작전배치나 운용 면에서 기동성과 편의성이 크게 향상됐다. 교전통제소는 운전자 의 편의성을 고려하여 설계됐다. 교전 절차는 물론이고 장비 점검 등 많은 기능이 자동화됐다. 통제 소 내의 장비들은 저소음으로 설계됐다. 비교적 조용한 발전기와 냉난방기 등은 운용자들의 청각 을 보호하고 쾌적한 근무환경을 제공한다. 발사대는 유도탄을 수직사출발사 방식으로 발사한다. 유 도탄을 발사대로부터 사출 시킨 후 공중에서 추진기관을 점화하므로 발사대의 화염처리장치가 필요하 지 않다. 수직발사방식은 경사발사방식과는 달리 표적방향으로 발사대를 회전할 필요가 없다. 따라서 적기 가 어느 방향으로 침투하더라도 신속하게 대처할 수 있는 장점을 갖고 있다.



Chapter 04

국내 최초 다연장 로켓포 '구룡'

- 개발 1년 만에 성공적인 시사회 개최
- 이가 없어 잇몸으로 도전했던 시절



개발 1년 만에 성공적인 시사회 개최

1970년대 북한은 1400여문의 각종 방사포를 보유한 것으로 알려져 방사포를 보유하지 못한 한국군은 화력 및 사거리에서 모두 열세에 있었다. 당시 북한은 사거리 20km가 넘는 소제 BM-21의 모방생산을 통해 사거리 화력 면에서 우위를 점하고 있었기 때문에 우리나라도 이에 대항하기 위해 대량화력집중이 가능한 다연장 로켓을 필요로 했다. 또한 재래식 화포 역시 사거리 연장 및 화력 증대가 시급한 상황이었다. 당시 세계적으로는 공산권을 중심으로 여러 종의 방사포가 배치 운용되고 있었으며, 실용배치된 것으로는 최대사거리 20.5km, 구경 122mm 40연장의 소제 BM-21가 중형 방사포의 대표적인 모델로 36개국 이상에서 운용되고 있었다. 이는 중형 다연장 로켓의 개념 및 설계에 큰 영향을 줬다. 자유진영에서는 독일의 구경 110mm LAR-110과 일본의 구경 130mm 75식 다연장이 유일하게 배치됐으나 최대사거리 15km를 넘지 못하는 실정이었다. 미국 및 NATO를 중심으로 구경 8인치 12연장의 GSRS(General Support Rocket System)에 대한 연구가 시작되면서 이것이 이후 서방진영의 대표적인 다연장인 MLRS로 발전했으나, 1977년 당시에는 개발 초기단계에 있었으며 MLRS의 발전에 따라 서방진영의 중소형 다연장은 크게 발전하지 못하고 대부분 중단됐다. 이탈리아, 브라질, 이스라엘 등은 자국 활용 및 수출을 위해 몇 가지 다연장 로켓을 개발 중인 단계에 있었다. 우리나라가 개발한 개량형 구룡 체계는 최대사거리 등에서 당시 가장 성능이 좋았다.

다연장 로켓에 대한 개발 가능성 검토는 1974년 국방부의 '방사로켓 개발 가능성 검토지시'에 의해 미국의 115mm 다연장 화학로켓에 대한 자료 조사를 하는 것으로 시작됐다. 당시는 무기체계 독자개발 및 생산에 대한 개념 정립이 되기 이전이었으며 소총 등 도입무기에 대한 역설계를 통해 시제를 시도하던 단계였다. 이에 발사대 실물이나 자료 접근이 가능했던 미국의 115mm 다연장 화학로켓이 자연스럽게 최초 고려대상이 됐다. 그러나 이는 순수한 자료조사를 통한 가능성 검토 및 도상설계를 의미하는 것으로 연구 결과는 국내 로켓 연구 및 시제가 시작되기 전이었으며, 추진제 제조 등의 현실적인 설계 제작 여건은 미비한 상태였다.

1977년 우리 군은 미국의 115mm 다연장 화학로켓을 모방해 40~45연장, 구경 115~120mm, 최대사거리 15km의 방사포 개발을 요구했다. 최대사거리는 당시 105mm, 155mm등 기존 포의 최대사거리가 15km 내외였던 것에 기인한 것이다.

1977년 7월 국방과학기술심의회는 유사 무기체계의 성능을 감안하고 연구소의 개발 가능성 검토 의견을 참고해 최대사거리 20km, 탄두무게 20kg, 30연장의 차량 탑재형 무기체계를 개발할 것을 통보했다. 연구소는 백곰 유도탄 개발 시 획득한 추진제 제조기술 및 추진기관 기술을 이용해 추진기관을 설계했으며, 발사대는 28연장의 차량 탑재형으로 독자설계 개발했고 1978년 9월 26일 백곰과 함께 성공적인 공개시사회를 실시했다. 이때는 미제장비의 역설계 또는 TDP 입수에 따른 모방개발 및 생산이 막 시작되던 시기였다. 독자개발 무기체계의 정립된 개발 단계도 없었으며, 당시에는 다연장이라는 명칭도 없었다. 하지만 연구소는 개발경험도 전무하고 관련 기술자료 및 운용경험도 없는 무기체계를 1년 만에 개발해 성공적으로 시사회에

선보인 것이다. 기본적인 무기체계의 성능을 확인한 발사대와 로켓 모두 성능, 형상, 여러 면에서 미흡한 것이 사실이었다. 시사회 이후 115mm 화학로켓 제원 모방의 단계를 벗어난 구체적인 군의 요구가 제시됐다. 1978년 시제형의 제원을 유지하되 최대사거리를 30km로 늘리는 것이었다. 그러나 이를 위해서는 개발소요기간의 연장이 불가피했으므로, 우선 시사가 끝난 시험탄에 대한 설계 변경을 통해 36연장 발사대 및 최대사거리를 23km로 연장한 구룡-1 130mm 다연장 체계를 개발해 1981년 군에 배치했다. 또한 30km 이상의 사거리 충족 및 무기체계 운용성 향상을 위해 최대사거리 36km, 유압구동식 발사대, 개량형 탄두를 갖춘 개량형 130mm 다연장 체계를 연이어 개발해 군에 배치했다.

이가 없어 잇몸으로 도전했던 시절

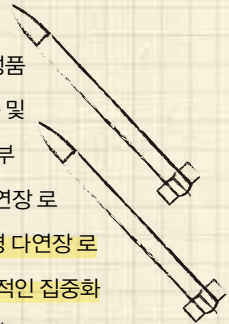
1977년 요구된 무기체계를 서둘러 1978년에 공개 시사 및 사격이 가능하도록 한 것은 시급한 개발요구도 있었지만, 공개시사회의 주역인 백공 유도탄과 함께 다양한 무기를 선보이고자하는 의욕이 앞섰던 이유도 있었다. 다연장 로켓을 개발하며 국내에서 처음 시도되는 독자개발 무기로 관련 방산 업체를 방문해 시제 의사를 타진했을 때, 처음 보는 낯설고 미숙한 도면과 20대 중반의 젊은 연구원들의 모습을 보고 일부 업체는 시제를 사양하기도 했다. 짧은 개발 기간 중 지금까지처럼 개인 승용차를 이용하는 것은 엄두도 못 내던 시절이라 거의 매일 시제업체에 출근하다시피 했고, 시제품을 직접 고속버스 편으로 운송하고 다시 조립 및 실험하는 과정을 여러 번 반복해야 했다. 고속으로 연사되는 다연장의 특성 때문에 사격통제와 장비 작동 미숙으로 큰 인명사고를 낼 뻔 한 일도 있었다.

구룡은 국내 최초로 독자 개발된 무유도 로켓무기체계로 사격제원 산출에 필요한 사표 또한 국내에서 최초로 개발했다. 사표제원 산출을 위해 수많은 발사시험을 수행했고, 추적 레이더를 통한 비행궤적 추적도 처음 실시했으며 이를 토대로 사표를 작성하고 운용시험을 실시해 야전운용성을 확인할 수 있었다. 개발 당시에는 독자개발 무기체계에 대한 종합군수지원 개념이 충분히 정립되어 있지 않았다. 기술자료목록(TDP)은 연구소에서 작성했으나, 기술교범 등은 관련 예산편성 등도 미흡하고 정립된 작성체계도 없었다. 때문에 연구원들이 이를 직접 작성하고 관련 도해도 사진 등을 참조해 직접 손으로 그려 작성해야 했다. 이런 과정을 거쳐 작성된 사표, 교범 등은 연구소에서 직접 인쇄소를 찾아 제작한 후 보급했다.

군 보급과정에서도 상기와 같은 독자개발무기에 대한 여러 특성으로 실무부대에 제대로 보급되지 않는 우여곡절을 겪기도 했다. 배치 이후에도 처음 운용하는 로켓무기의 특성상 훈련사격 실시 등에 연구원들이 참석해 사용군의 초기운용에 협조해야 했다. 다연장 로켓의 개발 과정에는 이와 같이 많은 것들이 부족하고 미흡했지만, 연구소와 사용군의 협조 하에 크고 작은 문제점들을 해결하며 앞으로 나아갈 수 있었다. 🙏

구룡을 소개합니다

개발 당시 구룡 다연장 로켓은 공산권의 주력 방사포 무기체계인 122mm BM-21에 대처할 수 있도록 설계 개념을 정립했다. 기본형의 경우 최대사거리 23km로 대처할 수 있었으며, 개량형의 경우 최대사거리 36km로 한국군이 보유한 화력무기 중 가장 사거리가 길어 북한의 장사정 방사포 및 화포에 대응할 수 있었다. 구룡 다연장 로켓은 국내 독자개발무기로는 최초로 제인 무기연감에 수록된 무기체계다. 또한 국내 최초로 양산을 시작한 로켓무기로 추진기관 양산기술의 기반을 마련했다는 의미를 가지고 있다. 이후 개발 및 생산 배치를 시작한 중소형 유도탄 구성품 생산기술의 기반을 갖출 수 있게 만들어 연소관 등 핵심 구성품의 신속한 국내개발 및 양산이 가능하도록 기여했다. 로켓무기의 장점 중 하나인 다양한 탄종 적용 및 무기체계 효과 증대를 위해서는 MLRS와 같은 대구경화가 필요했으며, 이 때문에 1980년대 후반부터 개발된 다연장 로켓은 구경 200mm 이상이 대부분이다. 북한 역시 러시아의 220mm Uragan 다연장 로켓을 독자적으로 모방 개발한 240mm 방사포를 개발한 바 있다. 이와 같이 150mm 이하의 중소 구경 다연장 로켓은 새로 개발 배치되는 사례는 없으나, 구소련의 122mm 로켓과 같은 저가의 다연장 로켓은 일반적인 집중화력무기체계로 계속 이용될 것으로 판단되며, 130mm 구룡 다연장 로켓도 이에 해당된다고 볼 수 있다.



Chapter 05

바다를 지키는 별 '해성'

- 반신반의했던 국내 개발 가능성
- 실패 또 실패, 그 좌절의 순간들
- 잊을 수 없는 짜릿한 명중의 순간



반신반의했던 국내 개발 가능성

1970년대 우리나라는 북한의 도발에 대응하고자 프랑스의 엑소세(Exocet) 유도탄을 도입하고 뒤이어 미국 하푼(Harpoon) 유도탄을 도입해 운용했다. 당시 우리나라 해역에는 북한의 소형 간첩선이 자주 출몰했고, 해군은 이를 효과적으로 타격할 수 있는 소형 대함 유도탄이 필요한 상황이었다. 이에 연구소는 지대지 유도탄 백공의 개발 성공에 힘입어 단거리 함대함 유도무기 해룡을 개발하게 됐다. 1981년 9월 선행 및 실용 개발에 착수했고 마침내 1986년 말 해룡의 개발을 완료했다. 그러나 해룡은 반능동(Semi-Active) 레이저 유도방식을 채택해 작전운용성이 떨어지는 단점이 있었다. 또한 탐색기와 관련해 미국 업체의 횡포마저 겹쳐 끝내 양산으로 이어지지 못했다. 개발에 성공하고도 실전배치를 하지 못한 불운의 유도탄이 된 셈이다. 이후 1993년 해군의 대함유도탄 수입과 운용에 막대한 예산이 소요된다는 사실을 직시하던 국방부는 함대함 유도무기의 국내 개발 필요성을 제기했다. 먼저 국방부는 연구소에 함대함 유도무기의 국내 개발 가능성 여부를 타진해왔다. 당시 판단으로 함대함 유도무기를 개발하기에는 국내 기술성숙도가 낮았고, 충분한 기초 기술을 확보하지 못한 상황이었다. 이에 국방부는 먼저 탐색개발을 승인하고 그 이후 탐색개발의 결과를 보고 나서 체계개발 승인여부를 판단하기로 했다.

시대는 이미 '하면 된다'로 통하던 1970년대가 아니었다. 70년대만 해도 우리 군이 필요로 하는 재래식 무기체계의 수준은 대부분 그리 높은 편은 아니었기 때문에 미국이 넘겨준 기술자료 묶음(TDP)을 활용하고 부족한 것은 열정과 노력으로 보충할 수 있었다. 그러나 1980년대 기반전력을 어느 정도 갖추고 난 뒤부터는 사정이 달라졌다. 군에서는 세계 수준의 첨단 무기를 원했고, 연구소는 군의 요구를 만족시켜야 했다.

해성의 탐색개발은 1996년 5월 착수해 1998년 9월에 종료됐다. 이때 해성의 터보제트 엔진을 개발하고 이 사업과 별도로 마이크로파 탐색기 응용연구를 진행했다. 소형 터보제트 엔진과 마이크로파 탐색기가 개발되면서 해성 유도무기 체계를 개발할 수 있는 여건이 마련된 것이다. 연구소는 탐색개발 결과와 탐색기 응용연구 성과를 근거로 체계개발 계획서를 작성했다. 개발팀은 이 계획서를 가지고 1998년 9월 소요군인 해군을 설득했다. 해군 지휘부는 개발 성공 가능성을 반신반의했다. 하지만 젊은 장교들은 우리 연구원들의 성의에 감동했고 마침내 체계개발에 적극 동의하게 됐다. 이후 국방부는 1998년 11월 체계개발을 승인했고 연구소는 당초에 약속한 대로 2003년 9월까지 성공적으로 개발 사업을 마무리하고자 노력했다. 마침내 해성은 2003년 8월 21일 실시된 해군의 최종 운용평가시험을 통과해 합참으로부터 전투용사용가 판정을 받았다. 대한민국 최초의 순항 유도탄이 탄생한 것이다.

실패 또 실패, 그 좌절의 순간들

시험을 주관하는 입장에서는 한번 비행시험에 실패하면 한 달간 밥맛이 툭 떨어질 정도로 가슴이 쓰리다. 한번의 비행시험을 위해 몇 달간 많은 연구원들이 개미떼처럼 붙어 밤낮을 가리지 않고 비행시험을 준비하기 때문이다. 이렇게 준비한 발사시험이 실패하면 연구원들은 이제까지의 노력이 모두 수포로 돌아간 느낌에 허탈감을 느낀다. 해성은 2001년 5월 24일 비행시험에서 이와 같은 일을 겪었다. 세 번째 발사한 유도탄에서 '서보공탄성'이라는 보기 드문 문제가 발생해 여러 연구원들이 고생을 하게 됐다. 문헌 자료를 찾고 밤을 지새우며 풍동시험을 하고, 설계도 바꿔가며 3개월간 노력한 끝에 다시는 이 현상이 나타나지 않았지만 실패는 또 다시 이어졌다.

해성은 기동 성능이 뛰어나게 설계된 터라 매번 발사에 한 번만 호망하는 것이 낭비같이 느껴졌다. 때문에 2002년 5월 10일 실시된 시험에서 연구원들은 한 번 발사에 두 번씩 호망하기로 했다. 그러나 최소 사거리 1차 호망을 끝내고 2차 호망을 하는 과정에서 190초를 지나자 유도탄은 그 만 추락하고 말았다.

내부 전자파 간섭이 원인이었다. 이후 같은 해 6월 14일에 발사한 유도탄은 1차 호망을 끝내고 2차 호망과정에서 엔진 발전기의 공진 현상으로 추락했다. 또 이상하게 190초대에서 추락했다. 첫 번째 추락은 서보공탄성, 두 번째는 내부 전자파 간섭, 세 번째는 발전기 공진... 실패할 때마다 왜 들어보지도 못한 신기한 일만 벌어지는 것인지 알 수 없는 일이었다. 다행히 이후에 발사한 유도탄은 말썽 없이 제 성능을 유지했다. 연구원들은 2002년 3월 함상 발사 시험을 진행하면서 기술시험을 실시했고, 2003년 4월부터는 해군주관 운용시험을 실시해 마침내 전투용사용가 판정을 받게 됐다.

잇을 수 없는 짜릿한 명중의 순간

일반적으로 유도탄 개발 시에는 순차적으로 기술을 확인하는 절차가 있다. 첫 째는 발사 과정에 문제점이 없는지 살펴보는 것이고, 둘째는 로켓부스터가 정상적으로 분리되는지를 확인하며, 셋째는 2단 로켓이나 엔진이 잘 작동하는지를 살펴보는 것이다. 이때 이상 없이 잘 작동하면 네 번째 과정에서 비행능력을 확인하는 중기유도를 진행한다. 2001년 6월 8일은 해성의 첫 번째 발사 시험 날이었다. 국내 최초로 만든 대함 유도탄을 발사한다는 소식에 군 관계자들은 대거 시험장에 몰려왔다. 연구원들은 초기 과정을 생략하고 과감하게 바로 중기유도를 시도했다. 당일 시험은 대형 컴퓨터 화면으로 진행 과정을 지켜보며 시나리오가 진행됐다. 오전 11시 20분, 타이밍이 잘못돼 유도탄은 예정 카운트다운보다 2초 정도 빨리 발사됐다. 시험장의 책임통제원은 빠른 발사에 발사 순간의 발사장 데이터를 모두 놓쳤다고 펄쩍 뛰었다. 체계실장은 눈앞이 캄캄해졌다.

모의표적으로
동작하는
해성



그러나 다음 순간 스크린을 살펴보니 유도탄은 사전에 그어놓은 선을 따라 멋지게 비행하고 있었고 사거리 35km를 정해진 속도로 날아갔다.

“발사 30초 경과, 유도탄 정상 비행 중.”

시간이 계속 흘러갔다.

“발사 100초 경과, 정상 비행 중”

조금 지나서 이윽고, “유도탄 탄착.”

시험장 책임통제원은 각 모니터 시험요원들에게 시험자료가 정상적으로 기록되었는지 확인하고 오늘 시험이 만족스럽게 종료되었음을 선포했다. 단 한 번의 유도탄 발사로 중기 유도 비행시험까지 해낸 것이다. 마치 당구 큐대를 처음 잡아본 사람이 단번에 쓰리 쿠션으로 점수를 얻은 것과 같은 일이었다. 시험이 끝난 자리에서 한 연구원은 닭똥 같은 눈물을 흘렸다. 원격측정 데이터를 보고 제트엔진이 고장 난 줄 알았는데 꿈같은 성공을 하고 나니 감격한 것이다. 이날 해성은 기본 성능만 입증된 부품들을 조립해 단 한 번의 발사에 유도탄의 기본 성능을 모두 확인했고 비행 능력을 확인하는 중기 유도까지 마쳤다. 처음으로 만든 터보제트 엔진을 탑재해 처녀비행까지 성공한 것이다. 이러한 고무적인 시험 결과를 통해 해성의 개발사업 성공 가능성은 더욱 가까워졌다.

이후 첫 호밍시험도 실시됐다. 유도탄의 탐색기가 표적을 탐지하고 추적하면 유도장치는 이 정보를 가지고 표적으로 유도탄을 정확히 유도하는 과정을 호밍이라 한다. 개발팀은 2001년 12월 5일 유도탄을 표적에 명중시키는 첫 번째 호밍시험을 실시했다.

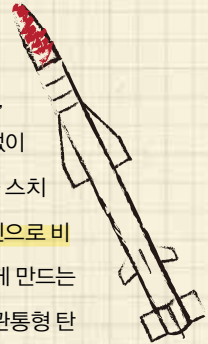
망망대해에 달랑 한 점에 해당하는 표적선을 정박시키고 원거리에서 표적을 탐지, 추적, 호밍하는 시험이었다. 탐색기의 기본 성능은 확인했지만 이를 탑재한 유도탄이 정확히 명중할지는 아무도 장담할 수 없었다. 16시 35분, 유도탄이 발사된 후 시험 요원들은 유도탄을 추적하는 레이더가 보내주는 유도탄의 궤적을 보고 있었다. 이윽고 정해진 시간이 지나자 추적 레이더 자료가 보여주는 궤적 점은 표적 가까이에 이동하면서 짝하고 있었다. 유도탄의 표적 명중 시간이 가까워지고 있었다. 연구원들은 또 다른 화면으로 표적에 설치된 비디오카메라가 보내주는 영상 화면을 주시하고 있었다. 이제 표적의 비디오카메라 화면에 유도탄이 나타나야 할 때였다. 그 순간 작은 점 하나가 나타나 점점 커졌다. 그리고는 순식간에 화면을 가로지르는가 싶더니 비디오를 보내주던 화면이 먹통이 되었다. 표적 중앙 기둥이 유도탄에 맞아 그 충격으로 비디오카메라가 고장 나는 바람에 더 이상의 화면을 전송하지 못하게 된 것이었다. 명중이었다. 시험을 진행하고 있던 시험요원들 입에서 이구동성으로 환호성이 터져 나왔다. 어떤 이는 눈물을 흘리고, 어떤 이는 기뻐서 펄쩍펄쩍 뛰면서 좋아했다. 첫 호밍시험을 통해 사실상 유도탄의 기본적인 성능을 상당 부분 입증할 수 있었다. 🙌



하늘로 발사되는
해성

해성을 소개합니다

해성은 적의 소형 유도탄정부터 대형 항공모함까지 공격할 수 있으며, 소형 고속정부터 구축함까지 탑재가 가능해 동급 세계 최고 수준을 자랑한다. 현재 대조영함을 비롯한 한국형 구축함, 유도탄고속함에서 운용하고 있다. 해성은 표적 적함에 호밍할 때 상대편의 대공화기를 피하기 위해 과격한 회피기동을 하며 공격할 수 있는 능력이 있으며 해면 밀착기동이나 팝업공격, 재공격 등 현대전에서 대함유도탄이 갖춰야 할 능력을 모두 갖추고 있다. 또한 대전자전 능력을 보유한 마이크로파 탐색기, 스트랩다운 관성항법 장치, 위성항법장치, 전파고도계 등 첨단 기술을 활용해 초저고도 해면밀착비행, 다양한 공격방법, 높은 생존성, 높은 명중률과 같은 장점을 보였다. 해성은 발사 후 함정에서 별도의 조종이나 통제 없이 사전에 입력된 자료에 따라 비행하여 목표물을 찾아가는 발사 후 망각 방식을 취하고 있다. 또 해면을 스치듯 이 밀착 비행하는 순항 유도탄이다. 유도탄은 로켓부스터로 발사되며, 이후에는 소형 터보제트엔진으로 비행한다. 터보제트엔진은 흑한기부터 흑서기의 사용 대기 조건에서도 유도탄이 충분히 기동할 수 있게 만드는 추력을 갖고 있다. 해성은 유도탄이 적함에 명중한 후 갑판을 뚫고 내부로 침투해 폭발할 수 있도록 관통형 탄두를 사용했으며 충돌 후 지연 기폭 기능을 갖도록 신관을 설계했다. 또한 소형 표적에 대해 충돌 즉시 폭발할 수 있는 순발 기능도 보유하고 있다. 탄두는 둔감화의 특성을 지니고 있다. 자함이 피격 당했을 때 유도탄의 폭발에 의한 자함의 손상 방지를 위한 것이다. 로켓부스터와 탄두에 이와 같은 고성능 둔감화 기술이 적용됐다.

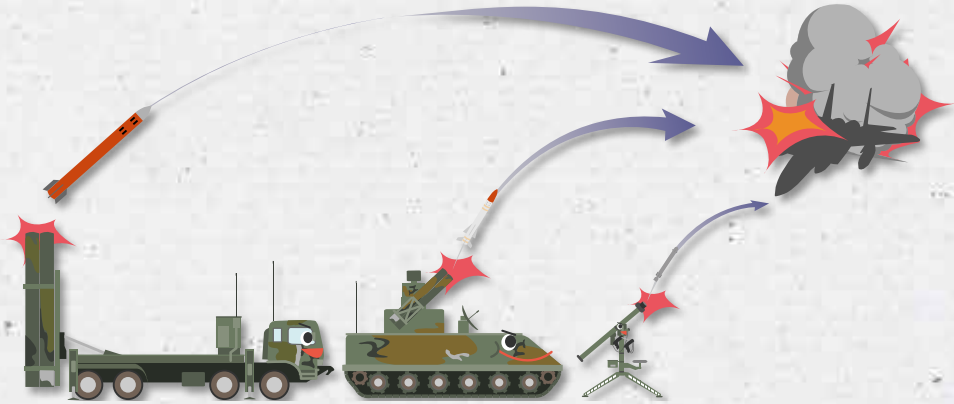


해성은 최신 컴퓨터 부품과 디지털 신호처리 기술을 활용하고 있다. 이는 유도탄 내 장비의 상태를 일목요연하게 모니터링 할 수 있게 해줌으로써 유도탄을 발사하거나 정비할 때 유용하게 사용된다. 발사통제 장비도 최신 컴퓨터 기술을 활용해 운용성과 정비성을 높였다. 해성은 스트랩다운형 관성항법장치를 이용해 유도탄의 속도·위치·자세·정보를 알아낸 후 이에 따라 중기 유도 과정을 거쳐 최종 표적을 탐색할 수 있는 위치까지 비행한다. 이후 유도장치는 탐색기를 작동시켜 적함을 탐지하고 명중할 때까지 호밍 유도를 수행한다. 이 때 사용되는 마이크로파 탐색기는 적의 전자전에 대응할 수 있는 능력을 갖고 있다. 마지막 호밍유도 과정에서 유도탄은 해면 위를 스치듯 낮은 고도로 비행한다. 해성은 작은 레이더 반사 단면적 값을 갖고 있으며, 저고도로 낮게 비행하기 때문에 적함이 대공레이더로 해성 유도탄을 조기 탐지하기 어렵다.



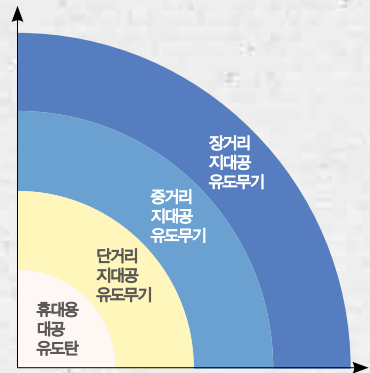
쉬어가는 페이지

천궁, 천마, 신궁의 차이점



지대공 유도무기

지대공 유도무기는 적의 항공기, 순항유도탄, 탄도탄 등 하늘에서 공격해오는 비행체를 지상에서 방어하는 유도무기체계다. 비행장, 발전소, 주요 군사시설 및 부대 등 국가 주요 자산을 방어하는 방공작전에 지대공 유도무기를 사용한다. 방공작전은 거리별, 고도별 중첩방어개념으로 운용한다. 기관총, 소총, 권총 등의 총기류를 사용하는 개념과 유사하다고 할 수 있다. 적기로 식별된 비행체를 요격할 때는 가능한 원거리에서 요격 및 격추함으로써 적기가 방어 자산을 공격하기 전에 미리 격파하는 것이 가장 효과적이다. 아군 지역으로 침투하는 적의 비행체는 먼저 장거리 지대공 유도무기가 탐지 및 추적해 격파한다. 장거리 지대공 유도무기의 방어 영역을 통과한 적기는 방어자산에 근접 배치된 중거리 지대공 유도무기, 단거리 지대공 유도무기, 휴대용 지대공 유도무기가 차례로 방어한다. 연구소에서 개발한 천궁, 천마, 신궁은 모두 지대공 유도무기이며, 사거리에 따라 각 목적에 맞는 임무를 수행한다.



천궁



천궁은 중거리·중고도 방어를 담당하는 중거리 지대공 유도무기이다. 최대 사거리는 방공 임무를 고려해 설정하며, 최대 고도는 적 항공기의 최대 실용상승고도를 고려해 설정한다. 천궁 체계는 표적을 탐지 및 추적하는 다기능 레이다, 교전통제소, 발사대, 유도탄으로 구성되며 발사대는 이동식 유도탄의 수송 수단과 발사대 기능을 모두 수행한다. 다기능레이더가 표적을 탐지 및 추적하면 발사대로부터 유도탄이 발사된다. 발사된 유도탄은 표적방향으로 선회한 후 예상 명중점을 향해 관성항법 유도방식으로 유도된다. 유도탄에 장착된 탐색기의 표적 포착거리내로 표적이 들어오면 탐색기를 작동시켜 표적을 포착한 후 호밍유도방식으로 유도된다. 천궁 체계는 포대 구성이 간편해 중전보다 훨씬 좁은 공간에 장비를 배치할 수 있으며 수직사출 발사방식을 적용해 발사대에 화염처리장치가 필요하지 않게 됐다. 장비는 저소음 설계를 구현하고 각종 편의장치들을 제공해 교전통제소 내에 근무하는 군 요원들의 청각을 보호할 수 있게 됐으며 근무환경 또한 획기적으로 개선됐다. 유도탄은 신속정렬방식을 적용해 평소에는 전원을 공급하지 않게 돼 안전성 역시 개선됐다. 장비 점검 및 정렬 등 많은 기능들이 자동화됐으며 운용 편의성을 제고해 장비 관리는 물론 이동 설치 시 시간을 줄이는 등 운용자의 편의성을 크게 향상시켰다.

천마



천마는 단거리 지대공 유도무기로 최대 사거리는 10km이내이며, 저고도로 침투하는 적 항공기를 방어하는 운용개념에 따라 최대 고도는 5km 정도다. 일반적으로 표적을 탐지 및 추적하는 탐지레이더, 교전표적을 추적하는 추적레이더, 사격통제장치, 발사대, 유도탄 등을 하나의 차량에 장착하는 일체형이다. 발사된 유도탄을 추적레이더가 표적을 바라보는 시선 내에 위치하도록 유도하는 시선지령 유도방식을 사용해 주로 적의 근접지원 항공기나 회전익 항공기 등의 공격으로부터 기동부대를 방어하거나 주요 기지를 방호하는 임무를 수행한다. 기동부대를 방어하기 위해서는 피지원부대와 동등한 기동력으로 이동한다. 예를 들면 전차 부대를 방호하는 임무를 수행할 경우 전차와 동일한 기동력을 갖추기 위해 궤도 차량을 탑재차량으로 고려하게 된다. 천마 체계는 연구소에서 개발한 지대공 유도무기 중 가장 처음으로 개발됐다. 천마 유도탄 개발을 통해 고기동이 필요한 지대공 유도탄의 설계 기술을 확보할 수 있었으며 이러한 경험은 천궁, 신궁 등 다른 지대공 유도무기를 개발할 수 있는 밑거름으로 작용했다.

신궁



신궁은 병사가 직접 휴대할 수 있는 휴대용 지대공 유도무기로 일반적으로 사거리 5km, 고도 3km 급이다. 연구소가 개발한 지대공 유도무기 중 가장 사거리가 짧고 무기체계 구성도 간단하다. 주로 보병부대를 방호하거나 중요 자산을 방어하기 위해 운용한다. 적 항공기 등을 병사가 육안으로 탐지 및 식별한 뒤 유도탄의 앞부분에 장착된 적외선 탐색기가 표적을 추적할 수 있도록 발사대를 지향해야 하는 것이 신궁의 특징이다. 즉, 사람이 무기체계의 주요 구성요소 중 하나인 셈이다. 휴대용 지대공 유도무기는 발사관에 내장된 유도탄을 어깨에 걸친 후 발사하는 견착식 유도탄과 발사대에 거치시킨 후 발사하는 거치식 유도탄으로 분류할 수 있으며 신궁은 거치식으로 운용되므로 견착식에 비해 안정된 자세로 표적을 포착할 수 있다. 유도탄을 발사하면 사수의 안전을 위해 먼저 사출모터에 의해 유도탄을 발사관으로부터 사출시킨 후 추진기관을 점화시킨다. 육안으로 표적을 탐지해 유도탄 탐색기로 표적을 포착한 후 발사하는 발사 후 망각(fire and forget) 개념을 적용했다.

쉬어가는 페이지

무기체계의 시험평가란 무엇일까?



무기체계의 시험평가란?

국내에서 연구개발하는 무기체계는 성능 및 기능을 검증하기 위해 다양한 시험 과정을 거쳐야 한다. 유도탄을 개발하는 과정을 예로 들면 구성품에 대한 시험과 완성 유도탄에 대한 시험으로 나뉘게 된다. 유도탄의 구성품에 해당하는 탄두에 대해서는 탄두시험, 환경시험 및 둔감화 시험, 슬레드 시험 등을 수행한다. 또한 추진기관에 대해서는 지상연소시험, 둔감화 시험, 환경시험을 수행하고 기체구조에 대해서는 공력모델을 만들기 위한 풍동시험, 구조의 안전성과 건전성 등을 확인하기 위한 구조시험을 수행한다. 유도조종부분에 대해서는 실험실에서 수행하는 모의비행시험과 아울러 각종 야외시험을 수행한다. 이렇게 다양한 시험들을 통해 각 구성품에 대한 성능이 입증되고 난 뒤에야 완성된 유도탄에 대한 각종 비행 시험을 수행한다. 비행시험은 항공기 장착시험, 프로그램 사격시험, 유도성능 사격시험 및 활성화탄두 사격시험 등으로 나뉘어 실시된다. 이런 다양한 시험을 통해 무기체계 성능과 관련된 정보를 수집하고 개발 중인 무기체계에 대해 평가를 내리는 일련의 과정을 '시험평가'라고 부른다.

시험평가의 근본적인 목적은 단계별로 이루어지는 무기체계의 개발 과정에서 다음 단계로 전환하기 위해 그 의사결정에 필요한 정보를 알아보고, 요구성능의 충족여부를 입증 및 확인하며 무기체계가 작전 효율성, 적합성, 생존성 및 안전성에 적합한지를 결정하기 위함이다. 연구개발사업인 경우 탐색개발단계에서 잠재적인 운용효과와 운용적합성의 의사결정 자료를 제공하기 위한 운용성을 확인한다. 또한 체계개발단계에서 기술상의 성능을 측정하고 설계상의 문제점이 해결되었는지를 확인해 기술적 목표의 달성 여부를 확인하는 개발 시험평가(DT&E, Developmental Test and Evaluation) 및 작전운용환경에서 작전운용의 충족여부를 확인하는 운용시험평가(OT&E, Operational Test and Evaluation)등의 과정을 수행한다.

그렇다면 시험평가는 어떤 절차에 따라 수행될까? 시험평가는 각 단계마다 의사결정권자들에게 의사결정에 필요한 자료를 제공할 수 있도록 6개의 단계를 반복적으로 적용하면서 이뤄진다. 1단계는 시험목적 설정하는 단계로 의사결정권자에 의해 요구되는 시험평가 정보를 확인하는 단계다. 2단계는 사전 시험분석 수행단계로 체계 성능에 대한 수치나 시험결과를 예측해 시험시나리오, 시험환경, 시험항목, 시험자원, 시험순서 등을 설정하고 결정하게 된다. 3단계는 시험 단계로 시험계획, 시험수행, 자료관리, 시험결과보고 등 다양한 시험 활동이 포함된다. 4단계는 평가단계로 시험결과 분석을 통해 충족 및 미충족 여부를 판단하는 시험평가수행의 핵심단계다. 평가결과와 종합의견을 결과로 도출한다. 5단계는 허용 가능한 위험수준을 알아보는 단계로 시험결과에 대해 만족하거나 그렇지 못할 경우 의사결정자에 의해 기준충족 혹은 기준미달, 전투용적합 혹은 부적합이 결정된다. 시험평가 간 발생한 결함에 대해 해결방안이 제시된 경우 의사결정자가 수용할 만한 수준의 위험이내에 있는지 확인하기 위해 필요시 무기체계를 재시험할 수도 있다. 6단계는 개선단계로 시험 진행 중에 발생한 결함은 체계설계나 시험방법, 시험절차의 오류로부터 기인될 수 있는데 이러한 문제를 분석하거나 수정함으로써 연구개발의 위험

을 줄일 수 있는 방안을 계속적으로 도출하는 단계다. 시험 1단계에서 시험목적이 설정되고 2단계에서 시험목적에 부합하게 사전시험분석을 수행하고 나면 시험조건, 시험환경, 시험순서 등이 결정된다. 시험을 수행할 때는 2단계에서 설정한 사항들을 꼼꼼히 챙기면서 진행해야 한다. 이러한 사항을 확인하지 않으면 시험이 제대로 수행할 수 없을 뿐 아니라 진행되더라도 시험결과에 대한 분석이 어려워진다. 또한 무기체계의 시험평가는 시험목적에 부합하게 수행하는 것도 중요하지만 늘 주변에 사고의 위험이 도사리기 때문에 안전하게 수행하는 것이 무엇보다도 중요하다.

시험평가는 구성부품 시험에서 완성무기체계 시험까지 진행되는데, 완성 무기체계 시험으로 갈수록 과정이 좀 더 복잡해지고 어려워진다. 각 구성부품이 모두 완벽하게 작동해야 하기 때문이다. 유도탄의 경우 최종 단계에서 최종단계에서 수행되는 유도성능 비행시험 혹은 활성탄두 비행시험이 제일 어렵고 까다로운 시험이라 할 수 있다. 이런 어렵고 복잡한 무기체계 시험평가가 완벽하게 이루어지기 위해서는 무엇보다도 시험에 참여하는 사람들이 각자의 역할을 완벽하게 수행해야 한다. 대공무기체계의 항공기 대응능력에 대한 시험을 예로 들어 시험에 참여하는 담당자들의 역할을 알아보자. 먼저 표적으로 사용할 무인항공기를 계획된 궤적으로 비행해야 하는데 이는 무인항공기 담당자의 임무다. 또한 항공기 및 유도탄의 궤적을 계속하기 위한 계측담당자도 필요한데 계측방법에 따라 레이더계측담당자, 텔레메트리 계측담당자, 도플러계측담당자가 있다. 유도탄은 유도탄 담당자가 준비 및 발사한다. 또한 시험 시 탄착지인 해상 안전은 해상안전 담당자, 사격장의 안전은 시험안전담당자가 담당한다. 시험은 계획된 순서에 맞게 시험담당자들에게 역할을 부여하고 조정하며 이뤄지는데, 이는 시험책임자의 임무다. 시험책임자는 시험통제소에서 시험수행 시 수행하는 모든 일을 통제하는 역할을 담당한다. 이와 같이 많은 시험인력들이 시험책임자의 통제 하에 일사불란하게 시험에 참여해 시험평가를 안전하고 체계적으로 수행한다.

02

두번째 결정적 순간,
지상무기





© Sang-Hoon Kish Kim



Chapter 06

다산을 이룬 두꺼비
'K200 한국형장갑차'



Chapter 07

지상전의 수호신
'K21 보병전투장갑차'



Chapter 08

대한민국 최강 화력
'K9 자주포'



Chapter 09

21세기 최고의 전차
'K2전차'



Chapter 010

백발백중 보병 주력화기
'K2소총'



Chapter 011

장병들의 수호천사
'신형개인제독킷 KD-1'



Chapter 012

미래 전장의 기대주
'견마로봇'

Chapter 06

다산을 이룬 두꺼비 'K200 한국형장갑차'

- 美 M113을 대체할 한국형장갑차
- 의심할 여지없는 국내 개발 장갑차
- 미군의 허를 찌른 국산 장갑차의 힘
- '두꺼비'처럼... 다산의 상징





美 M113을 대체할 한국형장갑차

1970년대 국내에서는 6614CM 차륜장갑차를 해외기술도입 생산하고, 미 군원장비인 M113 궤도장갑차를 국내기술로 정비해 운용했다. 군은 1980년대 제 2차 울곡사업에 돌입하기에 앞서 대통령 특명으로 1980년 전력증강연구위원회를 구성했다. '80위원회'로도 불리는 이 위원회는 조성태 대령 등 총 25명이 위원으로 활약했다. 당시 군에서는 장차 기동성 강화를 요지로 하는 전략개념 아래 전차, 장갑차, 헬리콥터 등에 대한 획득 논의가 활발하게 진행되고 있었고, 장갑차의 경우 국내 개발보다는 미국의 M113 보병수송용 장갑차를 개조 운용하는 것이 현실적이라는 의견이 우세했다.

조성태 대령 등은 “해외 도입을 하면 당장 예산을 줄일 수 있을지는 모른다. 하지만 한국형 장갑차를 지금 개발하지 않으면 앞으로 10년 내지 20년 후 통한의 후회를 할 것”이라며 개발의 당위성을 주장했다.

하지만 전체적인 분위기가 반전되지는 못했고 결국 1차는 해외 구매로 결정이 났다. 그러나 훗날 다행히도 최종 승인권자에 의해 국내 개발로 변경 및 확정된 덕분에 연구소가 K200 한국형장갑차의 연구개발을 추진할 수 있게 됐다. 목표는 국산 장갑차를 개발해 당시 군에서 운용 중이던 M113 보병수송용 장갑차에 대한 대체 전력을 확보하는 것이었다.

K200 한국형장갑차의 연구개발은 1981년에 본격화됐다. 하지만 이 때 국내에서는 궤도차량 설계에 대한 체계적인 기술 축적이 전무한 상태나 다름없었다. 출력이나 방호력, 중량 등에서 상당한 차이가 있는 M113 보병수송용 장갑차의 정비유지 도면이 참고자료가 됐을 뿐이다. 때문에 차체를 이루는 알루미늄 장갑판재의 용접을 위해 2개월간 해외 교육을 받아야만 했고, 이후 6개월 동안 훈련과 시행착오를 거친 뒤에야 알루미늄동체 구조물을 제작하는데 성공할 수 있을 정도로 고생을 했다.

수많은 어려운 과정을 거쳐 개발된 K200 한국형장갑차의 시제는 시험평가 등을 거쳐 1984년 무기체계로 채택됐고 같은 해 12월부터 양산 전력화를 시작했다. K200 한국형장갑차의 운용시험평가에는 당시 시험평가 부대였던 20사단의 사단장이 직접 참여했다. 그만큼 꼼꼼하고 철저한 시험평가 과정을 통과하고 나서야 전력화에 성공한 것이다.

의심할 여지없는 국내 개발 장갑차

K200 한국형장갑차의 국산화율은 95%선으로 알려져 있다. 군과 연구소가 신념과 용기, 비전을 가지고 온 힘과 정성을 기울인 결과라 할 수 있다. 만약 외국에서 기술을 도입했다더라면 수출은 꿈도 꾸기 어려웠을 것이다.

한때 외국의 업체들은 개발 과정에서 산업 기반이 아직 부족한 한국이 독자 기술력으로 장갑차를 개발한다는 점에 의혹의 눈길을 보내오기도 했다.

특히 M113장갑차의 생산회사인 미국의 FMC사는 1983년과 1985년 두 차례에 걸쳐 지적 소유권 침해를 제기했다. M113을 군원장비로 한국군에 이양할 때 기술자료 묶음도 함께 보내왔기에 의심이 가는 것은 당연했을지도 모른다. 하지만 연구소는 그들의 주장을 단호하게 반박했다. 한 연구원은 당시 미 업체에게 K200의 엔진은 대우중공업 제품이며 변속기는 영국제로 M113과 연관성이 없고 형상 자체도 다르다는 점, 로드휠 부분은 참고는 했지만 이는 M113과 군수지원 유지를 위한 측면에 그러했던 것으로 기술력이 없었던 것이 아니라라는 점, 또한 이는 개발이 어렵다고 잘 알려진 토션바를 직접 개발한 것으로 증명할 수 있다는 점 등을 강조했다. 이후 FMC사로부터 추가적인 기술적 이의제기는 없었다.

현재 우리 군의 주력 장갑차로 활약 중인 K200 한국형장갑차는 국내 국방연구개발 사상 한 획을 그은 위대한 업적으로 불릴 만큼 뚜렷한 의의를 가진다. K200 한국형장갑차는 보병이 장갑차에 탑승한 채 전투 임무를 수행하는 개념의 보병전투장갑차(IFV)는 아니다. 비록 최초 연구 개발할 당시 이와 같은 개념을 포함시켰다고 할지라도 여전히 보병수송용장갑차(APC)로서의 성격이 강하다.

그럼에도 불구하고 K200 한국형장갑차가 역작으로 불리는 이유는 산업기반이 매우 빈약했던 70년대 말에서 80년대 초에 이르는 시기에 한반도에서 외국기술에 의존하지 않고 국내 기술력으로 독자 개발했다는 점, 보병 및 전차, 포병간의 협동작전능력을 부여하고 있다는 점, 다목적으로 계열화에 성공했다는 점, 양호한 군수지원 체계를 갖췄다는 점 등을 들 수 있다.

미군의 허를 찌른 국산 장갑차의 힘

K200 한국형장갑차는 1984년 육군 20사단에 최초로 납품됐다. 운용 간 개선이 필요한 사항도 발견됐으나 기술진에 의해 보완을 거듭하며 야전에서 신뢰를 쌓아갔다. 특히 1986년 겨울에는 해발 1157미터의 눈 덮인 용문산을 거뜬히 등정해 군 관계자들을 놀라게 했고, 이후 '곰지기 작전'으로 육군 기계화 부대의 주력으로서의 입지를 확고히 했다.

곰지기 작전은 함께 훈련하던 미군들이 한국산 장갑차의 힘을 실감했던 사례로도 잘 알려져 있다. 경기도 양평에서 42번 국도를 따라 강원도 원주로 가는 길에 당고개라는 곳이 있다. 팀 스피리트(Team Spirit) 한미 연합 야외기동훈련이 한창이던 1988년 3월, 육군 20사단은 이곳에서 대항군인 미군과 대치하며 치열한 작전을 펼치고 있었다. 20사단은 이 당고개 너머에 포진해 있는 미군을 어떻게 공격할 것인가를 두고 고민했다. 그러던 중 누군가 '장갑차로 저 곰지기를 넘자'는 제안을 했다.

곰지기는 당고개 너머로 해발 500미터 정도의 고지로 이르는 산길이다. 이 곰지기를 넘으면 미군의 옆구리를 공격할 수 있었던 것이다.

하지만 많은 이들이 고개를 가로저었다. 곰지기는 오랫동안 사람이 다니지 않던 험로라서 장갑차의 기동이 쉽지 않아 보였기 때문이다.

그러나 새벽녘, 사단의 장갑차는 기동하기 시작하더니 단숨에 곰지기를 넘어버렸다. 완벽한 기습이었다. 곰지기의 지형을 보고 장갑차나 전차가 기동해 넘어올 만한 길이 못된다고 판단했던 미군은 완전히 허를 찔린 격이 됐다. 때마침 현장에 도착한 훈련 심판관들은 20사단이 미군을 완전 함락시켰다고 선언했다. 20사단의 곰지기 작전이 만약 실전이었다면 전사에 길이 남았을 정도로 실로 막대한 전과를 세운 것이나 마찬가지였다. 포로가 된 미군들은 20사단의 장갑차를 응시했다. 그들이 보유하고 있는 M113 보병수송용 장갑차와 언뜻 비슷했지만 또 달랐다. 소문은 삼시간에 팀 스피리트 훈련 전역에 퍼졌다. '한국군에 괴력의 장갑차가 있다'고 말이다. 이것이 바로 국내에서 개발한 K200 한국형장갑차였다. 이는 야전부대에 배치된 지 불과 4년 3개월 만에 얻은 명성이었다.

‘두꺼비’처럼... 다산의 상징

K200 한국형장갑차의 최초 사업추진 당시 사업명은 ‘두꺼비’였다. 두꺼비의 번식력처럼 이 사업을 기반으로 기술 발전과 함께 장갑차의 계열화를 이루겠다는 의지를 담고 있는 것이다. 이 의지대로 K200 장갑차를 기본으로 한 계열 장갑차(Family of Vehicle)들이 속속 야전에 등장했다.

1980년대 말까지 K263 발칸탑재장갑차, K242 박격포탑재장갑차, K218 박격포탑재장갑차, K288 구난 장갑차 등 4종의 계열 장갑차가 추가 개발됐다. 또한 K200 한국형장갑차는 1993년 11월부터 1994년 12월까지 K200A1 장갑차로 성능을 개량했고 1997년까지 K288A1, K242A1, K281A1외에 K216, K277 등 계열 장갑차를 추가 개발하며 전력화 및 해외 수출을 추진했다.

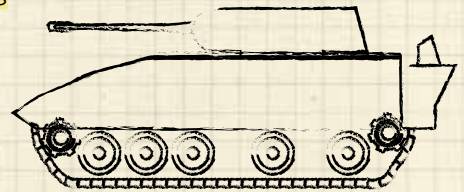


M167A1 20mm 견인 벌컨포 체계를 탑재한 장갑차는 송탄(送彈) 시스템을 독자설계하고 현수잠금장치도 독자 개발한 것이 특징이며, 박격포 탑재 장갑차의 경우 박격포 탑재에 따른 중량 증가를 상쇄하기 위해 신소재를 적용해 차체 무게를 16%나 경량화했고 사격 운용각 또한 증대시켰다. 구난용 장갑차는 기계화 부대 작전 시 발생할 수 있는 돌발사고 또는 재난에 효과적으로 대비하기 위해 개발된 것으로 구난키트인 크레인과 윈치(Winch)를 탑재하고 있다. 이에 그치지 않고 K200 한국형장갑차의 차체 개발 기술은 발전을 거듭하여 30mm 쌍열 자주대공포 비호와 한국형 단거리 지대공 유도무기 천마의 개발에도 적용됐다. 나아가 1990년대에는 말레이시아에 수출하는 쾌거도 이뤘다. 특히 K200은 최근 세계 최고의 성능을 보유한 장갑차로 인정받고 있는 차기보병전투장갑차(KNIFV) K21의 훌륭한 토양이 됐다. 한국형 장갑차 개발사업의 이름으로 정한 두꺼비의 상징성 그대로 진정한 다산을 이룬 것이다. 🐸

K200 한국형장갑차를 소개합니다.

K200 한국형장갑차는 한국군의 보병 주력 장갑차다. K200의 차체는 알루미늄 합금의 용접구조로 수상 주행이 가능하도록 완전 밀폐식으로 제작됐다. 기본 차체는 5083 알루미늄 판재이지만, 측면과 전면은 방어력 강화를 위해 유격장갑 형식의 2중 구조다. 내부에는 승무원인 조종수, 차장, 사수 3명과 전투병력 8명이 탑승할 수 있다. 차체에는 필요시 차내에서 사격할 수 있도록 차체 측면과 후부에 각각 2개소의 총안구와 잠망경을 설치했다. K200 한국형장갑차는 무장으로 12.7mm K6 중기관총 1정과 M60 7.62mm 기관총 1정을 장착한다. K200 한국형장갑차를 성능 개량한 K200A1은 기존 엔진에 터보차저를 장착해 출력을 280마력에서 350마력으로 증대했으며 완전자동 변속기를 도입했다. 또한 승무원 해치크기 증대 등을 통해 기동성과 운용편의성이 향상됐다. K200 한국형장갑차는 기존의 미 군원장비인 M113 보병수송용 장갑차를 대체해 성공적으로 운용 중이다. 또한 1993년 말에는 K200 한국형장갑차를 포함해 구난차, 박격포차, 지휘차 및 구급차 등이 국산 기동장비로는 최초로 말레이시아에 수출됐다. 현재 말레이시아군이 운용 중이며, 특

히 말레이시아 대대병력의 UN 보스니아 평화유지활동에서 그 뛰어난 성능을 입증했다. K200A1 차체를 활용한 계열장비로는 K216 화생방정찰차, K242A1 107mm(4.2") 박격포탑재차, K263A1 20mm 발칸탑재차, K277 전투지휘용장갑차, K281A1 81mm 박격포탑재차, K288A1 구난장갑차 그리고 공항 방어용으로 운용하기 위한 K200A1 공군개조 차량 등이 있다.



Chapter 07

지상전의 수호신 'K21 보병전투장갑차'

- 수송용 장갑차에서 전투용 장갑차로...
- 모두가 몰뚝 뚫쳐 이뤄낸 값진 성과



수송용 장갑차에서 전투용 장갑차로...

장갑차는 장갑화된 차체의 방호력과 기동력을 이용해 요구되는 시간 내에 필요한 장소로 부대의 전투력을 이동시켜주는 수단으로 최근에는 탑재된 화기를 이용해 전차와 동일한 탑승 전투 임무를 수행하거나, 하차 보병의 임무 수행을 보장하기 위한 사격지원 수단으로 운용된다.

즉, 장갑차는 고속 기동전 수행을 위해 보병에게 기동력, 방호력, 화력을 동시에 제공하는 매우 중요한 무기체계라고 볼 수 있다.

우리나라의 장갑차 역사는 1970년대에 이태리 FIAT사의 6614CM 차륜형 장갑차를 기술도입 생산해 배치하는 것으로 시작됐다. 또한 미 군원장비인 M113 및 계열 장갑차를 국내 기술로 정비해 야전에서 운용했으며, 1980년대에는 순수 국내기술로 K200 한국형 장갑차를 독자 개발해 최근까지 우리 군의 주력 전투 장갑차로 운용해왔다. 그러나 K200 장갑차는 단순 보병수송용장갑차(APC)로 화력 및 방호력, 야지 기동력, 생존성 등 주요 성능이 북한의 M1973, BMP-2 장갑차에 비해 미흡했다. 탑승전투가 어렵고 미래 국내 주력 전차인 K1A1 및 차기 전차와의 전술적 운용이 제한된다는 단점도 있었다. 또한 20년 이상 운용돼 수명 주기가 도래하고 있었기에 미래전을 대비해 우리 군의 기계화부대 전투력을 극대화하기 위해서는 새로운 개념의 보병전투장갑차(IFV) 개발이 시급했다. 주변국 및 선진국에서는 1980년대 후반부터 이미 경장갑차량 제압용 화기를 탑재해 탑승전투가 가능한 보병전투장갑차를 개발하고 전력화를 추진해 전투력 증강을 도모해온 상태였다. 또한 최근에는 통신 네트워크 중심의 전장 환경에서 입체적인 공격에 대응할 수 있는 3세대급 전투 장갑차의 개발을 시도하고 있는 상황이다.

따라서 K21 보병전투장갑차의 연구개발은 우리 군이 보유중인 K200 및 계열 장갑차의 한계수명 도래에 대비하고, 미래 전장 환경 하에 예상되는 주변국의 위협에 대응하기 위해 반드시 필요한 일이었다.

K21 보병전투장갑차는 1999년 12월부터 2007년 6월까지 약 906억 원을 투자했으며, 탐색개발과 체계 개발 단계로 나눠 국내 독자 연구개발 사업이 수행됐다. 이는 21세기 초 한국군의 지상 핵심전력으로 운용될 기술집약적 복합무기체계 개발을 위해 군과 산·학·연이 연계된 범국가적 기술력을 동원한 것이라 할 수 있다. 미래의 디지털 전장 환경에서 국내 주력 전차와 입체 고속 기동전 수행이 가능하도록 기 운용중인 K200 장갑차 대비 화력과 생존성, 기동성 등을 대폭 증강시켰으며 세계 수준의 경제적인 보병전투장갑차의 국내 독자개발로 한국군의 기갑·기계화전력 증대와 장갑차의 해외 수출 전략 품목화가 현실화될 수 있었다.

K21 보병전투장갑차는 1991년 신규 소요가 제기된 후 1999년 12월부터 2002년 11월까지 탐색개발이 실시됐으며 이를 통해 전투장갑차 소요 핵심기술이 개발돼 체계개발의 가능성을 확인했다. 2002년 8월에

는 탐색개발 중간결과를 근거로 체계개발을 위한 작전운용성능을 확정했고, 2002년 9월에는 연구소와 육군 간 공동으로 체계개발동의를서 작성 서명해 체계개발에 착수했다. 이후 2003년부터 2007년 7월까지 체계개발을 수행하면서 연구소, 방위사업청, 육군 및 시제업체 간 유기적인 업무협조를 통해 국내 독자기술로 한반도 전장 환경에 맞고 해외 수출경쟁력도 있는 세계 최고 성능의 전투장갑차를 개발하는데 성공했다.

체계개발 기간에는 첨단 핵심기술이 적용된 완성시제 3대를 설계 제작해 개발시험평가를 통해 기술적 도달 여부를 확인했으며 그 결과 기준 충족 판정을 받고, 전방 작전지역에서 육군 주관의 운용시험평가를 실시해 군 운용 적합성을 평가한 결과 전투용사용가 판정을 받았다. 또한 체계개발의 산출물로 규격서, 도면, S/W 기술자료 등 모든 기술 자료가 완벽히 규격화됨으로써 양산 시 품질보증을 위한 준비를 갖췄다. 이후 K21은 초도생산 과정을 거쳐 2009년 말부터 전력화되었다. K21 보병전투장갑차는 1980년대부터 K200장갑차, K1A1전차, K9 자주포 등의 국내 독자개발로 확보된 기술을 기반으로 경량화 복합적충장갑, 일체형헌수장치, 복합기능신관, 생존성 센서 등 최첨단 무기체계 핵심기술을 적용했다. 이는 3세대급 보병전투장갑차를 순수 우리 기술로 개발한 것으로, 우리나라의 지상무기체계 기술이 선진국 수준으로 발돋움하는 발판을 마련한 점에서 큰 의미를 가진다.

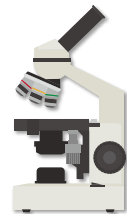
모두가 똘똘 뭉쳐 이뤄낸 값진 성과

최신 복합무기체계 개발과정에서 공통적으로 느끼는 어려움이겠지만, 무기체계의 요구 성능 구현에 소요되는 분야별 첨단 핵심 기술들을 하나의 복합무기체계에 통합해 실용화하는 과정은 곳곳에 매복해있는 많은 불확실성과의 싸움이며 시간과의 전쟁이다. K21 보병전투장갑차는 약 8,000여종의 주요 구성품으로 구성됐으며, 이들 중 하나라도 성능이 미흡하면 장갑차 체계의 요구 성능 구현이 불가능하다.

따라서 최적의 성능을 발휘하기까지 분야별 핵심기술 개발도 어렵지만, 개발된 기술들을 하나의 체계로 통합하는 과정은 더욱 복잡하고 기술적 위험도도 높다고 볼 수 있다.

또한 우리 군이 필요로 하는 무기체계는 전력화시기를 사전에 설정한 후 개발에 착수하기 때문에 시간적 제약조건이 체계개발의 어려움을 배가시키는 요인으로 작용한다. 다행히 K21의 개발과정은 1980년대부터 K계열 전차 및 장갑차, K9 자주포 등을 개발하며 확보한 지상 장비 독자개발 기술에서 큰 도움을 받았으며, 군과 산·학·연이 연계된 범국가적 기술력이 총동원돼 극복할 수 있었다.

2006년 8월초, 강원도 철원 지역의 군 사격장에서는 군이 주관하는 운용시험평가 일환의 하계전투사격 시험이 실시됐다. 시험 초기 사격시험결과는 개발자 주관으로 수행한 개발시험 결과와 유사한 결과를 보였



연막차장 중인
K21 보병전투
장갑차



으나, 사격발수가 증가하고 사격간격이 짧아질수록 점차 탄착군 형성이 표적 아래로 처지는 현상이 발생하기 시작했다. 당시 세계 최고의 차별화된 화력 성능으로 평가받던 K21 장갑차의 전투사격 능력은 사용군은 물론 개발 사업에 참여하는 모든 기관이 민감한 반응을 보이던 중대한 사안이었다. 당시 야전시험장의 여건상 결함사항에 대한 체계적인 원인 분석을 하기에는 소요 시설과 설비 등의 제한이 많았으며 하계시험 기간 내에 문제를 해결해야 한다는 시간적 제한은 개발자들에게 더욱 큰 부담요소로 작용했다. 연구소는 체계부서를 중심으로 트러블 슈팅(Trouble Shooting) 논리를 설정하고 주무장, 사격통제장치, 조준경 및 구동장치 담당 부체계 개발 담당부서는 사격 간 담당 품목의 거동현상에 대한 계측방안을 강구해 사격 시 순간 거동 데이터를 획득, 며칠간 밤을 지새우며 계측 및 기술 토의를 반복 수행했다. 그러나 센서로부터 획득된 모든 데이터는 정상이라는 결론이 나왔고, 계측이 불가능한 주무장의 동적 거동으로 원인의 폭이 좁혀졌다. 하지만 기술적 근거가 없는 결함판단 의사 결정은 해당 부서와의 갈등은 물론 시행착오를 통한 시간 및 예산 낭비의 결과를 초래할 수 있었기 때문에 문제해결은 더욱 어려운 상황에 봉착했다. 정확한 의사결정을 위해서는 주무장에 대한 비교 시험을 실시하는 것이 가장 현실적인 방법이었으나 이 또한 개발 담당자의 문제해결 의지와 비교시험을 위한 준비, 시험장소 및 일정 확보, 시험 후 해결방안 모색 등 극복해야 할 어려움이 산적해 있었다. 그러나 세계 최고의 장갑차 획득을 위한 사용 군의 의지와 트러블 슈팅 결과를 기반으로 한 사업 책임자의 추가 활동에 대한 결단, 주무장 개발 담당자의 수긍 및 해결 의지, 연일 이어진 체계조립 업체와 주무장 담당업체의 야간작업, 비계획 시험 수행을 위한 시험부서의 적극적인 협조 등이 있어 산적한 어려움을 극복할 수 있었다. 비교시험을 실시한 결과 문제는 운용시험 시제에 장착된 주무장 포열지지부의 가공결함으로 규명됐고 설계 최적화 과정에서 간과한 포열지지부 강성보완 필요성을 확인해 하계시험 기간 내에 보완 확인 시험을 수행할 수 있었다. 이를 통해 K21의 개발과 전력화 일정에 차질 없이 모든 평가를 완료할 수 있었으며 전력화 후 K21의 전투사격 성능도 보장할 수 있게 됐다. ①

K21 보병전투장갑차를 소개합니다

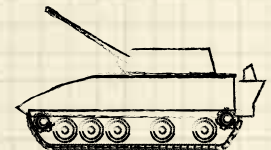
K21 보병전투장갑차는 여러 가지 측면에서 세계 최고 수준의 장갑차라 할 수 있다. 2인승 포탑에 40mm 주무장과 발사 후 망각방식의 3세대급 대전차 유도무기를 탑재할 수 있으며, 탑승인원은 차장과 사수, 조종수를 포함한 승무원 3명과 하차보병 9명 등 최대 12명이다. 한반도의 지형특성을 고려해 수상운행이 가능하도록 개발됐으며, 암 내장형 유압 현수장치를 적용해 동급 장갑차로는 세계 최고 수준의 야지기동력을 보유했다. 또한 화력과 생존성 측면에서도 세계 최고 수준의 장갑차라고 할 수 있다. 전투 중량은 25톤에 달하지만 750마력의 소형 고출력 동력 장치를 통해 최고 시속 70km, 야지에서는 시속 40km까지 속도를 낼 수 있다. 이는 전차와 협동작전이 가능한 수준으로 지난 2008년말 개발이 완료된 차기전차 K2와 최고 속력이 동일하다. 특히 K21의 주행성은 매우 탁월한 것으로 평가된다. K21에는 암 내장형 현수장치(ISU: In-arm Suspension Unit)를 개발 및 적용하였는데, 이는 주행 시 노면으로부터 전달되는 진동을 효과적으로 흡수해 가혹한 야지에서도 조종수나 탑승자에게 전투 수행에 지장을 주지 않을 만큼의 승차감을 줄 뿐 아니라 정밀한 전자장비가 온전하게 그 성능을 발휘할 수 있도록 안정성을 보장해 준다. K21은 피탄 시 안정성까지 고려한 에어백(Air Bag)식 수상부양장치를 장착해 전술적 기동력이 한층 우수하며, 시속 7km의 속도로 하천을 빠르게 도섭할 수 있다. 이 수상부양장치는 장갑차 양측면 부가장갑 사이에 장착돼 도하 시 적탄으로부터 상부가 방호되고, 7개의 격실로 나뉘어져 있어 일부가 피탄되더라도 안전성을 확보할 수 있다.

K21은 강력하고 다양한 화력을 보유하고 있는데, 주무장인 40mm 중기관포(K40)는 현존 전투 장갑차 중 최대 구경으로 파괴력이 가장 우수하다. K40 주무장은 최대 발사속도가 분당 300발이며 유효사거리는 지상 2000m, 대공 4000m이다. 세계 장갑차 중 유일하게 자동화된 송탄 장치를 채택했으며, 날개안정분리철갑탄과 복합기능탄 등의 탄종을 필요에 따라 선택해 발사할 수 있다. 날개안정분리철갑탄은 적 장갑차를 단숨에 파괴할 만큼 위력이 대단하다. 시한, 충격, 근접기능을 보유한 복합기능신관을 채택한 복합기능탄은 경표적 파괴는 물론 파편 효과로 밀집 보병 부대를 순식간에 무력화시킬 수 있다. 특히 탄이 목표물의 7m 이내에 근접하면 자동으로 폭발, 수백 개의 파편이 목표물을 공격해 헬기를 포함한 저속·저공의 적 항공기에 효과적인 대응이 가능하다. 한편 K21은 향후 열영상 탐색기(IR Seeker) 및 실시간영상처리 기술을 적용한 발사 후 망각방식의 국내 개발 3세대급 대전차 미사일도 장착해 적의 전차도 거뜬히 파괴할 수 있는 세계 최강의 화력을 보유하게 될 것으로 예상된다.



K21 보병전투장갑차

K21은 포와 포탑 구동장치가 선회 및 고저각의 2축 구동시스템으로 구성된 전기식이며, 사수를 위한 열 영상 조준경과 레이저 거리측정기, 디지털 탄도계산기 등이 포·포탑과 연동돼 주야간은 물론 전천후, 기동 간에도 목표물을 탐지해 정확하게 사격할 수 있다. 또한 여러 표적을 상대할 수 있는 헌터 킬러(Hunter-Killer) 기능을 갖고 있으며, 장갑차 상부 왼쪽에 위치한 차장 조준경은 사수 조준경과 독립적으로 360° 전 방향에 대한 파노라믹 관측이 가능해 관측 시 위협체를 발견하면 차장이 주포와 사수 조준경의 권한을 잡아 직접 사격하거나 사수로 하여금 사격할 수 있다. K21은 정보공유 능력이 중요시 되는 미래 전장 환경에 부응하기 위해 위성 및 관성항법장치를 이용한 항법 체계뿐만 아니라 차량 간 정보 체계(IVIS: Inter Vehicular Information System)와 지상전술 C4I 체계와 연동 운용이 가능한 지휘통제시스템을 탑재해 아군 전투차량과 전장정보를 공유할 수 있기 때문에 부대 간 다차원적인 협동·합동 전투가 가능하다. K21은 공격력만큼이나 방어력 또한 우수하다. 아군 간 오인 사격을 방지하기 위한 피아 식별기(IFF: Identification Friend or Foe)와 적의 포 위협과 대전차 유도 무기 위협에 대비하는 레이저 경고 장치 및 금속 방탄소재보다 20% 이상 경량화 시킨 첨단 복합충장갑을 탑재해 적탄으로부터 차량을 보호한다. 또한 화생방전에 대비, 양압 장치로 승무원을 집단 보호하는 등 치열한 전장 환경에서의 생존성을 극대화하고 있다. 한편, K21은 별도 장비로 개발해 운용되던 훈련용 시뮬레이터를 대체하기 위한 내장형 훈련 시뮬레이션 장치를 개발 및 탑재해 승무원들이 장갑차에 탑승한 상태로 **조종술, 포술, 전술 훈련**을 실시할 수 있다.



Chapter 08

대한민국 최강 화력 'K9 자주포'

- 연평도에 배치된 K9 자주포 양산 1호
- 열악한 환경, 역경을 헤치고...
- 뜻밖의 사고, 안타까운 희생



연평도에 배치된 K9 자주포 양산 1호

1980년대 초 육군은 KH179 견인포의 전력화와 함께 화력의 열세를 보완하고자 견인포에 비해 기동성과 운용성, 생존성이 우수한 현대식 자주포의 필요성을 제기했다. 이후 당시 세계적으로 가장 많이 운용되던 미국의 M109A2 자주포를 국내 면허 생산하기로 결정했으며, 1983년 12월 미국과 양해각서를 체결해 1985년부터 전력화했다. 그러나 북한에서 계속 화포 배치를 증가시키는 상황에서 우리나라는 여전히 열세에 있었다. 북한은 화포 수량 면에서 우리보다 5,000문이나 많았고, 그 중 50%가 자주화 및 차량 탑재형이라 기동화에 용이했다. 특히 170mm 장사정포에 대한 대응 방안 수립이 요구됐다. 전술적으로 육군은 1988년 한반도 전장 환경과 장차 전 양상을 고려해 2000년대 전장에 적합하고 군단작전지원이 가능하며 적 중심타격능력을 갖춘 화포가 필요했다. 이에 따라 군은 화포체계의 경제성 및 수적 열세인 포병화력의 질적 대응, 군단작전지원 화력수단의 확보, 통일 후 주변국 의 군사력에 대응한 전력대비 등을 이유로 신형자주포에 대한 필요성을 보고했다.

이후 연구소의 개념연구결과를 토대로 신형자주포에 대한 소요를 제안했으며, 결과적으로 기존의 화포대비 여러 면에서 획기적인 신형 자주포를 연구개발하기로 결정했다.

개발 당시 기존의 KM109A2 자주포(K55)를 성능개량하는 방안도 제기됐으나 K55는 미국과의 MOU체결에 의해 국제 공동연구개발 형태로 삼성항공(현 한화테크윈)에서 조립 생산된 것으로 자체 기술변경을 통한 성능개량은 불가능했다. 무엇보다도 2000년대의 한국군 작전환경에 필요한 사거리 40Km급 자동화된 자주포는 K55 자주포의 기술적 성능 개량으로는 불가능한 것으로 판단돼 국내 개발을 통해 신형자주포를 개발하는 것이 타당한 것으로 판단됐다.

한편 연구소는 KH179의 개발 경험 및 자체적으로 추진 중이던 자동화 기술 연구 결과 자주포의 세계적인 발전추세 등을 고려해 1987년 K-55자주포의 성능 개량을 제안했지만 시기적으로 이르다는 의견에 따라 유보됐다. 그러나 K-55 이후 자주포 발전방향과 기술 발전에 대한 연구를 통해 1989년에는 개념형성 연구에 착수할 수 있게 됐다. 연구소는 북한을 비롯한 주변국의 화포체계 특성, 미래 화포의 목표성능 및 국내 기술수준을 고려해 성능개량이 아닌 신형자주포에 대한 개념을 제시하고 국내개발 방안을 제시했다. 이에 대해 군은 필요성, 목표성능, 소요시기, 국내 개발 가능성 등에 대한 많은 토의를 거쳐 1990년 5월 소요안을 결정했으며, 연구소는 1992년부터 1993년 6월까지 탐색개발을 수행해 체계개발의 가능성을 확인했다. 이후 1993년 10월부터 1996년 9월까지는 선형개발연구를 수행해 군 요구 성능의 달성 여부를 확인하고 이를 수정, 보완해 1996년 10월 실용개발 단계에 착수했고 1998년 10월 국방부 심의결과 K9 자주포의 규격이 제정됐다. 이어 1999년 이내 전력화를 목표로 생산에 착수했으며 국방품질관리소(현 국방기술품질원)가 양산 품질관리를 주도해 1999년 12월 양산 1호가 군에 납품됐다. 양산 1호는 당시 연평해전의 여파로 해병으로 이관돼 최정경지역인 연평도에 배치됐다. 세계적으로 사거리 40km 이상인 52구경장 자주포가 개발돼 배치까지 된 것은 독일의 PzH2000에 이어 두 번째였으며, 연평도에 배치됐다는 것은 당시의 남북 간 적대적 긴장이 고조된 상황에서 K9 자주포의 적절한 개발과 배치

가 북에 상당한 위협으로 작용할 것으로 판단했다는 증거다. 국내에서 초도양산을 시작한 1999년 3월 터키와 한국의 3차 방산협력공동위원회에서 시작된 국방부의 K9 자주포 수출 제안이 논의된 후 1999년 12월 터키의 실사단이 한국을 방문했다. 실사단은 사격시범과 기동시험을 참관한 후 공동생산을 위해 한국 측의 기술평가단 파견을 요청했다. 이후 2000년 2월 현지에서 K9 자주포를 이용한 터키 자주포 개발협상이 시작됐다. 당시 K9 자주포에 적용 중이던 독일 MTU엔진의 터키 수출을 반대하던 독일 정부의 입장에 따른 문제 해결과 병행 추진하던 현지 제작 시제품의 시험평가 추진 등의 긴박한 일정이 끝나고 마침내 2001년 7월 터키자주포 1차 양산 24문에 대한 부품 공급계약이 체결됐으며, 이후 총 350문에 대한 공급이 진행되고 있다.

열악한 환경, 역경을 헤치고...

1986년 영국은 독일, 이탈리아와 공동으로 자주포 개발을 추진했으나 실패했다. 이후 1993년 독일은 155mm PzH자주포 시제, 영국은 AS90자주포 개발을 추진했으며, 공통된 주요 목표성능은 40km이상의 사거리를 갖는 52구경장의 포신과 탄약개발이었다. 이는 미국, 영국, 독일, 이탈리아 간 탄도협정에 따른 것으로 이후 모든 나라의 자주포 공동 목표성능이 됐다. 미국은 1980년대부터 지속적으로 M109A2계열 자주포의 차기 세대 자주포 개발을 목표로 탄약과 무장 기술을 꾸준히 개발했으며 1993년에는 M109A2 자주포의 사거리를 증대시키고 디지털 무전기술을 이용해 사격통제장치를 자동화하는 등 최신 기술을 반영해 꾸준히 성능개량을 수행하며 M109A6자주포를 개발했다. 또한 2002년 전력화를 목표로 50톤급의 무인포탑형, 완전 자동화 되어 2명이 운용하는 CRUSADER 자주포 연구에 착수했다. 당시 주요 국가의 자주포 개발 경쟁은 발사속도 향상, 위치확인장치의 적용 및 사격통제장치의 자동화, 탄약 운용의 기계화 및 기동성능 향상 등이 공통된 개발 추세였다.

1970년대까지 우리나라는 미국의 군원이나 베트남전 참전 대가로 받은 105mm 곡사포, 155mm 곡사포, 8인치 자주포 및 견인곡사포 그리고 175mm 무포탑형 자주곡사포 등을 보유하고 있었으나 자체 개발 및 생산능력은 없었다. 1976년 이후 105mm M101A1견인곡사포와 155mm M114견인곡사포의 양산을 통해 적절한 수량을 확보하고자 했으나 북한의 120mm, 160mm 화포 대비 열세에 있었다. 이에 따라 미국의 M101 견인곡사포의 국내생산 연구를 시작해 기술자료 확보 및 부품의 역설계 등을 통해 1976년 국내 생산에 성공했다. 이런 경험을 바탕으로 1979년 9월부터 1983년 12월까지 사거리가 연장된 105mm KH178을 개발할 수 있었으며 이때 확보한 기술들은 향후 155mm KH179개발에 활용됐다. K9 자주포의 최대사거리 확보를 위해 무장, 탄, 장약은 새롭게 개발해야 했다. 무장은 M101포신의 국산화, KH178 및 KH179 포신개발 경험 등이 있었으나 포강내 압력이 1000psi 이상 높고 사격 충격량이 K5에 비해 2배 이상 높아 이를 견딜 수 있는 포열, 포미폐쇄장치와 마운트를 설계해야 했다. 특히 무장의 안전과 직결되는 중량 감소, 반동력 최소화와 안전 확보로 인한 절충이 매우 중요했다. 시뮬레이션을 통해 구조물은 시험 제작해 사격으로 확인하고 또 재설계 후 시험하는 과정을 지루하게 반복할 수밖에 없었다. 이 과정은 연구원들에게 개발 경험과 그 과정에서 확보된 자료를 포함한 기술이 얼마나 중요한지와 개발

간 획득한 데이터 가치의 소중함에 대해 일깨워 주는 계기가 됐다. 추진 장약은 그동안 약포장약을 모방 개발해 사용했으나 40km 사거리 달성을 위해서는 더 많은 에너지를 발생시키되 약실압력은 포신의 설계 허용압력 아래야 했으며 강내 차압은 최소화해야 했다. 국내의 독자적인 추진장약 설계기술이 일천한 가운데 최적의 장약 설계를 위해 많은 실험과 분석이 필요했으며, 안전과 직결돼 위험도가 매우 큰 과제였으나 기술도입의 어려움 등으로 국내개발에 도전했다.

그 결과 개발과정에서 수많은 위험한 순간들을 경험해야 했다. 탄은 비행간 항력을 최소화하기 위해 최대한 유선형으로 설계하고 대신 포강 내 안정된 운동을 위해 너브(NUB)가 있는 형상으로 개발했으나 장전 간 동적 불안정이 발생해 실용개발 때 재설계해야 했으며, 탄의 뒤에서 발생하는 항력을 감소시키는 기술은 관련 기술개발 경험이 전무한 가운데 연구팀의 끈질긴 노력으로 독자적인 기술을 확보하게 됐다. 그 결과, 터키에 장사정 탄약을 수출했으며, 이집트에는 탄약 생산시설을 포함한 기술 수출을 진행할 수 있었다.

40km의 장사정 탄 개발 이전까지 국내 탄은 미군의 탄을 기술 도입 및 생산했기에 미군 사표를 번역해 사용할 수 있었다. 그러나 장사정탄은 국내 최초로 개발된 항력감소감치가 신규로 적용된 국내 독자모델로 강외 탄도특성이 다르므로 사표를 독자적으로 개발해야 했다. 사표는 운용자가 기상 등 여러 비표준 조건의 탄도 보정량을 사표를 보고 계산할 수 있게 하기 위한 것으로, 사표를 개발하기 위해서는 별도의 이론과 알고리즘을 필요로 했다. 아무리 탄을 잘 개발해도 사표를 제대로 제공하지 못하면 사격한 탄은 엉뚱한 곳으로 날아간다. 다행히 당시 미군의 탄도연구실에서 연수중이던 한 연구원이 이 분야에 대해 관심을 갖고 기술을 파악해 귀국 후 사표개발에 활용했다. 이는 당시 처음으로 국내에서 개발된 탄이며 강외탄도를 계산하고 사표화 한 것도 처음 시도된 것이었다. 또한 사격지휘소에서 사격제원을 계산해 자주포 운용자에 제공하던 기존 방식과 달리 자주포 내부의 사격통제장치에 탄도계산프로그램을 설치해 독자적인 사격제원계산이 가능해짐으로써 자주포 단독의 작전능력이 크게 향상되는 계기가 됐다. 차량분야는 독자적인 개발 기술과 경험이 부족해 해외의 동력장치를 국내에서 개발한 구조물에 탑재한 기동성능 실험차량을 제작해 시험을 수행했으며 그 결과 엔진 성능 부족으로 기동성능을 만족시키지 못해 독일의 MTU엔진으로 교체해 개발해야 했다. 이는 차량체계 개발 능력을 크게 향상시키는 계기가 됐다.

또한 기존 자주포의 알루미늄 구조물과 달리 국내 장갑판재를 적용한 차체 및 포탑의 방호 구조물을 설계하고 제조하는 기술도 새롭게 개발해야 했다. 기존 자주포에 비해 몇 배 이상 큰 사격 충격을 견뎌야 하는 장갑판재 포탑구조물의 내구성 이론적 추정이 곤란해 포탑구조물에 유압으로 작동하는 해머를 이용해 15톤에서 130톤까지 하중을 증가시켜가며 시험했으며 많은 취약부위를 찾아 개선했다. 당시 국내 엔진·변속기, 위치확인센서, 포구 속도 측정 레이더는 기술 부족 과 생산 인프라 구축 미흡으로 도입이 불가피했으며, 유기압 현수장치는 기술을 도입해 K9 자주포에 적합한 장치를 개발했다. 이렇게 개발된 유기압 현수장치는 이후 영국으로 역수출하기도 했다.



완성된 체계는 시험을 통해 그 성능을 인정받아야 한다. 당시 국내 시험 시설은 미비했으나 규정된 시험항목을 수행하기 위해서는 아이디어를 짜내야 했다. 자주포 체계는 영하 32°C의 극저온 조건으로 저장한 후 성능을 확인해야 했으나 당시 저온 챔버를 갖추지 못해 밀폐된 건물에 질소 가스를 주입해 온도를 낮추고 운용자는 산소마스크를 착용한 뒤 가까스로 시험을 수행했다. 다행히 개발 기간에 시험장이 건설되면서 관련 전자파 적합성 시험, 내구도 주행시험 등 기동성능 시험은 무사히 마칠 수 있었다. K9자주포의 국내 독자 개발 과정은 많은 위험성을 내포하고 있었으나 국내 지상무기체계의 개발 기술과 경험을 잘 융합하고 연구소, 방산기업 및 관련 군간 유기적이고 적극적인 협력관계를 유지할 수 있어 기한 내 성공적으로 개발을 완료할 수 있었다.

뜻밖의 사고, 안타까운 희생

1997년 12월, 연구원들은 실용 시제품 완성 후 계획대로 신자포 2문에 대한 시험평가에 돌입했다. 실용시제 1호기는 오전에 최대발사속도 기술시험 32발을 포함, 총 사격 424발을 완수한 상태였다. 시제기의 포신은 바다를 향한 채 공역이 해제되기를 기다리고 있었다. 오후 2시 30분, 안전통제실로부터 사격을 준비하라는 연락이 왔다. 연구원들은 18발의 비활성 포탄과 단위 장약 3호를 자주포 내부에 실었다. 그리고 선행시제 개발 및 시험 평가 때부터 꾸준히 팀워크를 다져온 연구소의 포반장 강 연구원과 부사수 조 기술원, 삼성테크윈의 사수 정 대리와 탄약수 안 대리가 차례로 탑승했다. 오후 2시 47분, 사격통제원의 통제에 따라 첫 탄이 발사되고 9초 후 두 번째 탄이 발사됐다. 이어서 세 번째 탄이 덜컹하고 장전되고 이어 단위장약이 장전됐다.

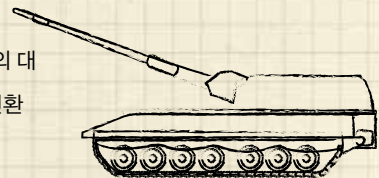
그런데 이상하게도 발사 시간이 지났음에도 사격이 되지 않았다. 방화벽 뒤에서 대기 중이던 연구원들은 불길한 예감이 들었다. 그리고 곧바로 신자포를 향해 고개를 내미는 순간 불길이 치솟는 것을 목격했다.



약실에 남아있던 미연소 된 추진제 찌꺼기로 인해 시제기에서 화재가 발생한 것이었다. 뒷문에 가장 가까이 있던 안 대리가 가장 먼저 탈출해 망연자실한 모습으로 신자포를 바라보고 있었다. 조 기술원은 등에 불이 붙은 채 탈출해 몸을 땅에 굴렀고, 세 번째로 탈출한 강 연구원은 손등에 심각한 화상을 입은 채 탈출했다. 불은 자주포 내에서 계속 타오르고 있었다. 사수석에 앉았던 정 대리가 마지막으로 탈출했지만 이미 심각한 화상을 입은 상태였다. 환자들은 헬기편으로 급히 병원으로 후송됐다. 하지만 정 대리는 한 달 후 34세의 나이에 부인과 어린 아들을 남겨놓고 세상을 떠났다. 안타까운 희생이 발생한 것이다. 동료를 잃은 모두가 깊은 슬픔에 잠겼다. 하지만 그와 함께 했던 신자포 개발을 꼭 성공시켜 먼저 간 동료의 몫까지 해내야 한다는 굳은 의지로 모두가 뚝뚝 뚫었다. 그리고 마침내 K9자주포를 성공적으로 개발함으로써, 마음의 짐을 조금은 내려놓을 수 있었다. 🙏

K9 자주포를 소개합니다

K9 자주포의 탄약과 무장은 기존의 NATO탄을 사용할 수 있도록 탄도호환성을 고려하고 사거리 40km를 달성하기 위해 52구경장포의 포신을 개발했다. 또한 사거리 증대를 위해 비행 시 탄의 뒷부분에서 발생하는 항력을 감소시키기 위한 항력감소장치를 적용해 장사정탄 K307을 개발했다. 장약은 소진용기를 이용한 모듈 장약을 개발해 기존의 약포 장약과 달리 사격 후 잔여 장약을 폐기해야 하는 불편함을 없앴고, 장약 적재의 효율성과 운용성은 크게 향상시켰다. 이에 따라 K9 자주포는 K55에 비해 최대사거리가 24Km에서 41Km로 증가했다. 산악지형인 한반도의 환경여건에 적합하도록 개발된 K9 자주포는 자동 위치 확인 기능과 포의 고각 및 포탑의 방향을 감지하는 센서를 장착했으며, 이를 자동화된 사격통제장치와 연동시킴으로써 사격 명령 접수 후 수초 내에 포와 포탑을 표적방향으로 구동할 수 있다. 자동사격통제장치에는 기존의 사포 방식과 달리 탄도방정식을 풀어 사격제원을 계산하는 프로그램이 내장돼 표적좌표만 입력하면 자신의 위치를 파악해 사격 방향과 포의 고각을 계산해주는 등 독자적인 사격제원 계산 기능을 갖게 됐다. 기존 자주포는 측지반의 도움으로 포의 위치를 측지한 후 포탑외부 50m지점에 겨냥틀을 설치해 조준을 위해 포탑을 방향포경으로 정렬하고 수동으로 포의 고각으로 상승시켜 조준해야하므로 K9 자주포의 자동방열 기능은 운용성과 조준 정확도면에서 획기적이라 할 수 있다. 대용량 포 및 포탑은 유압을 사용했으며, 사격 후 포신의 빠른 안정화를 위한 유압 평형장치 등 유압 장치의 최적화된 설계도 독자기술로 구현했다. 기존 포는 사격을 위해 적치대의 탄을 추출해 포신의 약실까지 안전하게 송탄 및 장전하고, 약실을 폐쇄한 뒤 뇌관을 장전해 격발하는 등 잘 훈련된 운용자 여러 명이 위험한 과정을 수행해야 한다. 하지만 K9 자주포는 탄의 추출, 송탄 및 장전을 기계화해 인력 개입을 최소화했고 폐쇄기의 개방, 뇌관 장전을 자동화함으로써 발사속도를 높였다. 차체의 현수 장치는 유기압 현수장치를 적용해 사격 후 충격을 흡수해 자주포의 흔들림을 빠르게 안정화시키며, 기동 간 야지에서 승차감도 크게 향상시켰다. K55는 사격 시 충격에 의한 포의 움직임 방지하기 위해 사격전에 차체 뒤의 땅을 파고 스페이드를 설치해야 한다. 그러나 K9 자주포는 유기압 현수장치가 있어 운용병이 이런 작업 때문에 하차할 필요가 없다. K9 자주포는 기계화, 자동화 및 무선통신 등으로 기동 간 사격명령 접수 시 어떤 위치에서도 1분내 초탄을 발사할 수 있고, 15초 이내에 3발의 급속사격과 분당 6발의 최대발사속도사격이 가능해 대량 집중사격이 가능하다. 또한 1000마력의 고성능엔진과 자동변속기 및 유기압현수장치가 장착돼 산악지형과 야지상의 기동성능이 우수해 적의 대화력전에서 생존성이 높으며, 21세기 전장에서 요구되는 사격 후 신속한 진지변환(SHOOT&SCOOT) 작전수행이 가능하다.



Chapter 09

21세기 최고의 전차 'K2전차'

- 세계 최고를 향한 끊임 없는 도전
- 아찔했던 저온시험과 궤도시험의 기억



세계 최고를 향한 쉽 없는 도전

6·25 전쟁을 통해 전장에서 전차가 갖는 전투 효과를 뼈저리게 경험한 우리나라는 1976년 미국으로부터 도입한 M48전차를 M48A3K와 M48A5K로 개조하는 첫 주력전차 개발 사업을 시작했다. 1970년대 후반부터 한국 고유의 전차를 갖고자 하는 노력도 다각도로 시도했지만, 당시 국내기술 여건으로는 불가능하다고 판단돼 미국의 기술지원을 통해 K1전차를 개발했다. K1전차는 한국 고유의 전차이기는 하나 기술적 관점에서 보면 미국이 설계, 개발하고 한국이 생산한 전차라고 볼 수 있다. 부품국산화를 병행한 양산 과정을 거치면서 부분적인 기술에 점차 익숙해졌지만 전차체계에 대한 기술적 이해는 요원해 보였다. 그러나 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지 구난전차, 교량전차, K1A1 전차 등 K1계열 전차 개발 사업을 우리가 직접 주도하면서 점차 전차체계에 대한 기술적 이해도가 깊어졌으며 이런 경험을 통해 부분적이거나 국산 전차 개발의 기반이 조성됐다. K1전차는 외국에서 설계되고 국내에서 생산한 형식이었기 때문에 진정한 기술 자립이라고 보기에는 미흡했고, K1전차를 전력화한 이후에 국내기술로 성능 개량한 K1A1전차도 기존 전력을 보완하는데는 효과적이거나 미래 전장 환경에 대비하기에는 부족한 점이 있었다. 더욱이 부품의 외국 의존도가 높고 수출 제약이 많아 해외 시장으로의 진출은 거의 불가능했다.

1990년대 군은 북한의 기갑전력에 대한 대비 및 한반도 미래 전장 환경과 전력구조에 적합한 전차를 확보하는 차원과 고-저성능(High-Low)의 전차를 혼합하는 적정수준의 전차 전력구조를 유지하기 위해 새로운 주력 전차의 필요성을 제기했다.

당시 운용 중인 M48A3K와 M48A5K 전차를 대체해 향후 위협에 대비하고 미래 기술을 구축한다는 이유도 있었다. 새로운 전차는 세계적인 기술 발전 추세에 부합하면서도 해외 경쟁력을 갖는 우리 군 고유의 개념에 입각한 전차여야 했다. 전차 독자 개발에 있어 가장 중요한 기술적 문제는 우리 군의 작전 운용개념에 맞는 전차체계를 설계하는 일이었다. 물론 전차 설계와 개발을 위해서는 구성품 개발 능력이 뒷받침돼야 한다. 그러나 아무리 좋은 구성품 개발 능력을 가지고 있다 하더라도 체계 설계를 할 수 없다면 진정한 국산 전차라 할 수 없었다.

한편, 100여년의 전차개발 역사를 보유한 미국, 영국, 독일 및 프랑스 등의 전차 선진국들은 1990년대 이후 새로운 전차를 개발하는 대신 이미 보유하고 있는 전차의 성능을 개량함으로써 전투력을 증대시키고 있었다. 그러나 이러한 성능 개량은 많은 한계를 가지고 있다. 따라서 K2전차는 가장 최근에 설계된 전차로 이들 전차보다 전반적으로 경쟁 우위에 있다 할 수 있다. K2전차의 개발과정은 연구소를 중심으로 군과 산·학·연이 연계돼 범국가적 기술력을 총동원했다. 연구소는 1995년 7월부터 1997년 12월까지 체계개념연구를 통해 새로운 전차에 어떤 기능, 성능, 모양, 기술들이 필요하고 그 기술들을 어떻게 개발할 것인지, 개발 후 실제 전장 환경에서 얼마만큼의 위력을 발휘할 수 있을 것인지에 대한 시뮬레이션 분석 등의 개념연구를 수행했다. 1998년 11월부터 2002년 12월까지의 탐색개발을 수행해 전차에 대한 구체적인 설계와 동시에 기술



완성시제 출고식에서
기동 중인 K2전차

적 난이도가 높고 위험도가 클 뿐만 아니라 국내에서 최초로 시도되는 핵심 기술과 부품들에 대한 개발 가능성을 기술적으로 검증해 기대 이상의 연구 성과를 얻었다. 그 결과 후속으로 추진된 체계개발 사업의 개발 기간은 2003년부터 2010년이었던 것을 2003년에서 2008년으로 단축했고, 개발예산도 500여억 원 절감된 수준으로 추진하게 됐다.

이때 개발된 것으로는 세계 최고 위력의 전차포, 표적을 자동으로 추적하여 사격할 수 있도록 해 주는 자동추적장치, 적이 발사한 미사일이 전차에 도달하기 전에 무력화시키는 능동방호장치, 전차 탄약을 자동으로 포에 장전해 주는 자동장전장치 등 수십 종의 핵심 기술 및 부품들과 운용 소프트웨어 등이 있으며 이를 통해 K2전차가 타 전차와 차별화 될 수 있는 기술적 기반을 마련했다.

연구소는 2003년 6월부터 본격적인 체계 개발에 돌입해 4년 만에 설계를 완성하고 시제품 3대를 제작해 2007년 3월 2일에 노무현 대통령이 참석한 가운데 시제품 출고식을 가졌다. 이후 2007년 2월부터 9월까지 개발시험평가, 2007년 11월부터 2008년 9월까지 운용시험평가를 수행했으며, 2008년 12월 규격화를 완료했다. 한편, K2전차의 전력화는 K2전차 체계개발과는 별도로 진행된 동력장치 국내개발 시도에서 영향을 받았는데, 이 동력장치의 국내개발은 국방 핵심기술사업 중 최초로 산연(産研)이 주도하는 연구개발 사업이었다는 점이 돋보인다. 시험평가 과정에서 발생된 몇 가지 문제점으로 인해 초도 생산된 K2전차에는 시제품개발 때 적용되었던 독일의 동력장치를 장착했으며 2014년 7월부터 2015년 11월까지 전력화됐다. 다행히 2014년 9월 국내개발 동력장치 문제가 완전히 해결돼 후속 물량부터는 국내 개발된 동력장치를 장착해 전력화할 예정이다.

아찔했던 저온시험과 궤도시험의 기억

저온시험은 커다란 환경 챔버에 전차를 넣고 영하 32℃까지 온도를 내린 후 8시간 동안 팽팡 열린 상태에서 시동을 걸어보는 시험이다. 당시 밖은 영상 35℃를 오르내리는 폭염이 내리쬐고 있었지만, 시험요원들은 동상 방지를 위한 극지용 보온파카와 안전화를 착용하고 영하 32℃의 챔버 내에서 시험을 수행해야 했다. 그러나 몇 차례의 시도에도 시동은 쉽게 걸리지 않았다. 연구원들은 얼굴에 하얗게 성애가 낀 채 밖에 나와 숨을 몰아쉬었다. 그렇게 모두가 피로와 아쉬움으로 지쳐 가고 있을 때 '뽕뽕' 소리와 함께 시동이 걸렸다. 4전 5기였다. 기뻐하는 것도 잠시 다음은 극한온도에서 주퇴복좌 성능을 확인하기 위한 사격시험이 기다리고 있었다. 그러나 챔버 내부는 사격할 수 있는 조건이 아니었다. 시동을 건 상태인지라 챔버 내는 매연으로 가득했다. 숨쉬기조차 어려웠지만 문을 열면 온도가 올라가기 때문에 문을 열 수도 없었다. 탄통과 탄이 얼어붙어 분리도 안 되고 방법이 없었다. 어쩔 수 없이 챔버 안에서 해머로 탄약 고정용 플라스틱을 모두 깨고 나서야 분리됐다. 연구원들은 가쁜 숨을 몰아쉬었다. 작업을 마치고 문을 열자 챔버 앞은 거대한 안개구름으로 순식간에 장관을 연출했다. 서서히 움직이기 시작한 전차는 하얀 성애를 완전히 뒤집어 쓴 채, 푸르름이 가득한 7월의 수목배경을 유유히 움직이며 사격 위치로 이동했다. 전차와 탄약을 저온상태에서 사격하는 것은 처음이라 어떤 일이 발생할지 아무도 몰랐다. 혹시 포강 내 성애로 인해 탄이 발사되면서 포신이 터지는 것은 아닐까하는 두려움과 걱정이 앞섰다.

하지만 저온수행팀과 주포팀 간의 회의결과 사격을 진행해도 될 것이라는 확신을 가지게 됐고, 준비를 마친 뒤 원격사격으로 사격을 진행했다. 다행히 주포와 전차내부 구성품에 아무런 문제없이 양호하게 사격을 마침으로써 저온시험을 끝낼 수 있었다.

기본시제인 기동시험차량(MTR, Mobility Test Rig) 차량으로 궤도(MTR3) 시험 평가를 할 때였다. 평지 주행 후 궤도 온도를 측정하기 위해 MTR 차량이 시험장의 기동 시험로를 몇 바퀴 돌고 있었다. 전차가 오른쪽에서 왼쪽으로, 다시 왼쪽에서 오른쪽으로 왔다 갔다 하다가 통제탑 앞에 와 정지하면 궤도 온도를 재곤 했다. 그날도 주행하던 전차가 되돌아오기를 기다리고 있는데 무전기에 무슨 소리가 나더니 시험요원들이 분주하게 움직이기 시작했다. 시험요원 중 몇 사람은 시험지원차량을 타고 전차가 주행하는 쪽으로 급하게 이동했다. 기다리던 전차는 통제탑으로 오지 않았고 시험 지원 차량에서 전차를 조종하던 업체 직원이 얼굴을 싸맨 채 정신이 없어 보였다. 그제서야 모두가 사고가 났다는 것을 직감했다. 알고 보니 전차가 곡선부위를 주행하다 조종수해치 고정장치가 풀려 조종수 얼굴을 덮쳤고, 다행히 조종수가 순발력있게 왼손으로 조종수해치를 막아 충격을 많이 줄였기에 큰 사고는 면했지만 타박상으로 몇 주간 병원 치료를 받는 신세가 됐다. 그 사고가 있는 후, 시험현장에서는 안전에 더욱 신경 썼으며 완성 시제에는 조종수해치 잠금장치의 설계를 개선했다. 🚫



K2전차를 소개합니다

K2전차는 1,500마력의 고출력 동력장치를 장착해 강력한 힘을 자랑한다. 전투중량이 55톤이므로 톤당 마력은 27.3이다. 이는 르플레르(Leclerc)와 비슷하고, M1A2 SEP보다 우월한 수준이다. K2전차는 우리나라와 같이 야지가 많은 지역에 맞춰 우수한 성능의 현수장치를 갖췄다. 특히 안내장형 완전 유기압 현수장치를 장착해 다른 전차와 차별화했다. 진동과 충격을 충분히 흡수하므로 안정된 차체를 유지하고, 정확한 사격에도움을 주며 승차감도 탁월하다. 또한 전후로 차체의 높낮이를 조절하면 각도가 낮은 하향 사격이나, 보다 높은 상향 사격이 가능하다. 차체 전체를 낮추면 은폐가 용이하며, 높이면 지면에서 차체 바닥까지의 지상고가 높아지므로 험지나 연약지반에서의 기동이 유리하다. K2전차는 표적을 빠르고 강하게 파괴하는 펀치 위력을 갖고 있다. 이는 구경 120mm 55구경장의 장포신과 최고의 기술로 제작된 탄약, 그리고 자동장전장치 등이 결합된 결과다. 또한 다목적 성형작약탄의 근접 신관 덕분에 헬기에 대한 대응도 가능하다. 물론 빠르게 비행해가는 헬기를 미사일이 아닌 전차탄으로 직격해 격추하기는 매우 어렵다. 하지만 헬기에서 발사되는 TOW와 같은 2세대형 대전차 미사일이나 로켓 등은 사격 후에도 목표물을 계속 조준하기 위해 20초가량 제자리 비행을 해야 하기 때문에 탄이 표적의 일정거리에 근접하면 자동으로 폭발하게 하는 근접식 신관이 포함된 다목적 성형작약탄이 매우 효과적인 대응책이 될 수 있다.



K2전차는 기존의 K1전차와 달리 사람이 직접 장전하지 않고 기계적으로 장전하는 자동장전장치를 채택해 전차가 몹시 흔들리는 상황에서도 빠르게 후속탄을 장전할 수 있어 발사속도가 향상됐다. 이로 인해 탑승 인원은 기존 전차의 4인에서 탄약수가 필요 없게 되어 3인으로 줄었는데, 기동 간에도 정지 때와 동일한 속도로 후속탄을 자동 장전할 수 있다. K2전차는 대부분의 전투통제 하드웨어를 디지털화했으며, 많은 운용 기능을 소프트웨어로 구현하고 있다. 네트워크 기반의 전장정보 관리시스템을 비롯해 관측 능력이 탁월한 전자장 및 포수 조준경, 전기식 포 · 포탑 구동장치, 높은 명중률을 보장하는 고정밀 사격통제장치, 피아식별장치 등이 포함된다. 이 전자 장비들은 주 컴퓨터를 통해 전시기, 통제판 및 키보드와 연결돼 각종 전투 정보들을 실시간으로 자동 처리한다. 정보 처리 내용은 승무원의 전시기를 통해 전달되고 각 승무원은 전시기 및 통제판을 통해 전차를 운용하며 전투를 수행한다. 또한 피아식별장치를 장착해 전장에서 아군과 적군의 구별이 빠르고 정확하게 이뤄져 오인사격으로 인한 피해를 줄였다. 피아식별장치는 질문기, 응답기, 신호처리기로 구성된다. 전자장 및 포수의 거리 측정기와 연계해 자동 질문 및 응답돼 그 결과가 조준경과 승무원 전시기에 나타난다. 네트워크 기반의 전장관리시스템은 전차에 대해 위협을 주는 요소를 인접한 아군의 각 전차에 자동으로 전파시켜 위협에 공동 대응할 수 있다.



저온시험후 챔버에서 나오는 K2전차



기동하면서 사격중인 K2전차

K2전차는 장갑에 의한 방호력 역시 최고 수준이다. 전면장갑은 특수장갑을 적용해 세계 최고수준의 전면 방호능력을 보유하고 있으며, 장갑을 모듈화해 구조물의 중량을 최소화했다. 탈·부착이 빨라 성능 개량된 장갑으로의 교체와 신속한 피해 복구가 가능하고, 상대적으로 취약한 차체 및 포탑 상부에 반응장갑을 부착해 부분적으로 방호 능력을 증강시켰다. 또한 능동방호시스템은 원거리에서 날아오는 대전차 유도미사일을 탐지하고 적시에 복합연막탄을 발사해 회피기동을 통해 전차의 생존성을 높였다. 화생방전에서의 보호 능력도 한층 향상됐다. 외부의 오염된 공기가 전차 내부로 유입되는 것을 차단해 승무원이 방독면을 착용하지 않고도 전투를 할 수 있도록 한 화생방 여과기와 양압 및 냉·난방 장치를 일체화한 종합식 보호장치, 신경 및 수포작용제 등을 동시 탐지할 수 있는 화학탐지기와 중성자방사선을 50% 이상 차단할 수 있는 중성자 차폐라이너를 탑재했다.

한편, K2전차는 전차 안에 탑재된 내장훈련장치를 통해 조종 및 전술훈련, 단차(單車) 및 소대 전투훈련, 중대 지휘소 훈련 등이 가능하다. 센서 영상으로 가상 지형, 가상 피아 영상 등 훈련 환경을 제공해 사격을 비롯한 모든 전차 운용과 관련된 차량 내 승무원간 개별 훈련, 그리고 전차와 전차와의 연동 훈련이 가능하다. 또 전차의 운용지침, 기술교범, 부품정보, 정비정보 등을 담은 전자식 교범을 내장해 자기교장진단 기능과 함께 최상의 차량 상태를 유지할 수 있다. K2전차는 스노클을 이용해 깊이 4.1m까지의 하천을 스스로 도하할 수 있다. 잠수 도하를 할 때는 스노클을 세우며, 잠수 도하 후 즉각적으로 전투행동을 취할 수 있다. GPS를 이용하는 위성항법장치와 관성항법장치(INS)로 이뤄진 복합 항법장치는 원거리를 이동할 때 최적의 경로를 찾아내고 차량의 현재 위치와 이동 경로를 추적할 수 있게 한다. 따라서 낯선 지역에서 방향성을 유지하며 효과적인 전투를 수행할 수 있다. K2 전차는 주행 안정성과 조종수 편의를 위해 차체 앞뒤로 전후방 카메라를 장착해 주행 중 사각지대를 최소화시켜 준다. 이를 통해 좁은 도로나 교량을 지날 때 별도 유도를 필요로 하지 않으며, 조종수용 열상 잠망경을 장착해야간 주행능력도 탁월하다.

Chapter 10

백발백중 보병 주력화기 'K2소총'

- 국방과학기술의 불모지에서 피어난 꽃
- 맨 땅에 헤딩... 빈손으로 일궈낸 기적



국방과학기술의 불모지에서 피어난 꽃

6.25 전쟁 당시 우리 군이 사용하던 소총은 미국이 쓰던 무거운 M1 소총이 전부였으며 전쟁 직후에도 상황은 마찬가지였다. 1950~1960년대 남북관계 악화로 군사적 긴장이 계속되면서 소총의 현대화는 절실했지만 총기, 화포, 탱크 등을 대량 생산하고 있는 북한에 비하면 우리나라는 국방과학기술의 불모지나 다름없었다. 당시 우리 손으로는 소총 한 자루조차 만들 수 없었다. 월남전 참전 대가로 국군현대화 5개년 계획에 의해 미국에서 원조를 해주기로 약속했지만 그것 역시 실통치 않았다. 이에 1970년 연구소가 창설되고 일명 번개사업이라고 부르는 긴급 병기개발 사업으로 M1 칼빈소총 10정, M1919 기관총 10정을 모방 개발하게 됐다. 이후 1972년 박정희 대통령은 “군의 기본화기인 소총을 우리 자체 기술로 개발해 국내 방위산업의 기반 기술을 확보하라”는 지시를 내렸고 이에 따라 본격적으로 국내 독자 기술의 소총을 개발하게 됐다.

이후 연구소 주도 하에 당시 정밀기계공업의 산실인 국부조병창(현 S&T Motiv)과 함께 XB형(eXperimental B)소총 개발계획을 추진해 XB-1형 소총에서 XB-7형 소총까지 총 7가지의 시험용 소총을 개발했다. 그 결과 최종안인 XB-7A형을 양산형으로 결정됐고, 개량을 거쳐 최초의 독자개발 소화기인 K1 기관단총에 이어 ‘K2소총’으로 명명했다. K1 기관단총은 K2소총 개발 사업의 부산물로써 K2보다 먼저 채택이 되어 K1이라는 이름을 갖게 됐다.

K2소총은 1985년부터 생산하기 시작해 전방 전투부대에 우선적으로 보급됐으며, 1990년대 이후부터는 대부분의 부대에 M16 소총을 대체 보급해 현재 대한민국 국군의 주력 제식 소총 반열에 올랐다.

현재 소총을 자체적으로 생산하고 있는 나라는 전 세계 220여개 국가 중 약 40여개 국가로 북한과 대만이 포함되어 있으나 정작 우리나라와 같이 자체개발해 수출까지 하는 나라는 십 수개 국에 불과하다.

맨 땅에 헤딩... 빈손으로 일궈낸 기적

K2소총(XB-1형) 개발 당시 국내 정밀 기계가공 기술 수준은 매우 낮았으며, 군수품 개발 수준 역시 아주 미약했다. 당시 서방세계에서는 M16소총을, 공산권에서는 AK소총을 가장 많이 사용하고 있었다. 정밀가공 및 전자기술 분야는 미국이 강하고, 단순구조 및 운용성 설계기술에서는 러시아가 강하다고 볼 수 있었다. 소총을 설계하는데 있어서는 증대될수록 좋은 것들이 있는가하면 감소할수록 좋은 것들이 있다. 증대될수록 좋은 것은 명중률, 사거리, 치사도, 신뢰성, 운용성 등이고 감소될수록 좋은 것은 중량, 무기 종류, 탄 종류, 훈련시간, 정비시간 등이다. 이들 중 한 쪽을 중시하면 다른 한 쪽이 소홀해지므로 사용자의 요구에 맞게 적절히 조절해 설계하는 것이 중요했다. 무엇보다 가장 중점을 둔 부분은 중량 감소와 명중률 증대다. 하지만

관련 기술이 전무했던 당시 국내에서 소총을 개발하는 것은 결코 쉬운 일이 아니었다. 때문에 개발 과정 중 연구원들은 숏한 어려움을 겪어야 했다. K2소총은 한국의 지형과 한국군의 체형에 적합한 소총을 개발 한다는 취지하에 한국형 소총이라 불렸다. 따라서 연구원들은 우리 군이 요구하는 성능을 발휘하면서도 한국군 장병이 휴대하고 사격하기 용이하도록 인간공학적으로 소총을 설계했다. 인간공학적 설계를 위해 선진국 소총의 인간공학 데이터와 외국군 및 한국군 체형데이터를 참고해 한국군 체형에 맞도록 방아손잡이의 크기와 개머리판으로부터 가늠자 위치, 총대까지의 거리 등을 결정했다. 이후 이를 모형 총으로 만들어 여러 장병들에게 인간공학적 적합성을 시험했다. 그러나 당시 M1 소총이나 M16 소총 등 외국 소총에 익숙해진 장교나 하사관들은 K2소총이 너무 작다고 했고 이 때문에 인간공학적 수치를 결정함에 있어 어려움이 있었다. 이미 기존장비에 익숙해진 우리 군이 한국군의 체형에 맞게 설계된 소총에 대해 오히려 불편함과 이질감을 느꼈던 것이다.

시험평가 과정 중 탄도시험은 연구원들에게 특히 힘들었던 과정으로 기억된다. 지금은 도플러 레이더를 이용하여 탄도(彈道), 즉 탄이 날아가는 길을 측정하지만 1970년대 소총 개발 당시에는 이런 도플러 레이더가 없어 사거리 마다 표적을 일렬로 세워놓고 수없이 많은 사격시험을 통해 탄도를 측정해야 했다. 그러나 일 단 500m 평지 사거리가 있는 사격장을 확보하기가 어려웠고, 퇴약벌 밑에서 사격을 한 후 탄착점을 획득하는 일 또한 매우 고생스러웠다. 표적을 명중시키는 것에만 집중하다보니 보야스코프를 총열에 꽂아 놓은 상태에서 사격을 해 총열이 파열되고 연구원이 부상을 입은 일도 있었다.

K2소총이 100m 사거리에서 8cm 위에 맞으면 250m에서 명중된다는 데이터를 얻는데도 꼬박 2주일이 걸렸다. 또한 소총은 극한 조건에서도 사격이 되어야 하는데 극한 조건이라는 것은 시간당 610mm의 폭우, 사막에서와 같이 휘날리는 모래먼지, 섭씨 영하 51℃의 극한 추위, 영상 71℃의 극한 더위를 말한다. 그 중 극저온과 극고온 시험을 연속 수행한 연구원들은 건강에 큰 무리를 느꼈다.

일반적으로 무기체계의 성능 시험평가는 기술시험과 운용시험으로 구분해 수행한다. 기술시험은 개발자가 주관해 군이 요구한 성능의 기술적 도달 정도를 시험평가 하는 것이며, 운용시험은 사용자, 즉 소요군이 주관해 군 운용 적합성을 시험해 합격 시 전투용사용가 판정을 통해 무기체계로 채택하는 것이다. K2소총의 기술시험은 미국 육군의 시험평가절차서에 따라 시험을 실시했다. 시험 항목은 안전도 시험과 명중도 시험을 포함해 연속발사 시 약실내의 온도상승에 의해 탄약 스스로가 약실 열에 의해 폭발하는 현상을 측정하는 열 폭발 시험, 6천발을 사격해 주요 부품의 내구성 및 신뢰성을 평가 분석하는 내구도 시험, 기름을 제거한 상태에서의 기능을 시험하는 비주유 시험, 고·저온 시험, 습도 시험, 지속사격능력 시험, 물 분무 시험, 동적 모래먼지 시험, 진흙 시험, 염수침적 시험, 화염시험, 연기 시험, 낙하 시험 등이 있었다. K2소총이 사용되기까지 이렇게 수없이 많은 시험과정을 거쳐야 했다. K2소총의 개발 과정에는 약 100 만발의 5.56mm실탄이 사용됐다. 📢



K2소총을 소개합니다.

소총은 보병의 기본 화기로 전쟁의 임무를 최종 완수하는 무기체계다. 병사 개인이 공격 및 방어용으로 운용하는 화기이며, 구경이 8mm 이하인 휴대용 화기를 총칭한다. 보통 총열이 긴 것을 '라이플', 즉 소총이라고 하며 총열이 짧은 것은 '카빈' 혹은 '카빈소총'이라고 한다. 소총은 보병의 주력화기로 모든 상황의 전장에서 사용되기 때문에 물속에 잠기거나 흙을 뒤집어서도 고장이 적어야 하고 어두운 밤에도 쉽게 분해 및 조립할 수 있어야 한다. 소총의 최대사거리는 약 4,000m, 유효사거리는 200~600m이다. K2소총은 한국적인 지형 및 인간공학적 측면에서 많은 고려를 했다. 먼저 접철식 개머리판을 사용해 휴대를 용이하게 만들어 병사의 기동성을 높였으며, 한국 병사의 신체조건을 고려해 소총의 전장을 97cm로 짧게 설계했다. 개머리판을 접었을 경우에는 73cm로 더욱 짧아진다. 또한 K2소총은 M16A1소총보다 유효사거리를 증대시키기 위해 M16A1소총과는 다른 강선 회전율을 갖도록 강내탄도를 설계했으며, 이렇게 설계된 강선 회전율과 공합이 잘 맞는 K100탄 또한 개발했다. 강선회전율이란 탄자가 목표까지 안정되게 비행을 하려면 탄자의 회전이 필요하므로 총열 내부에 나선형의 강선을 만들어 탄자가 회전하도록 하는 강선의 기울기를 말한다. M16A1소총은 강선이 12인치에 1회전하도록 설계되어 있는 반면 K2소총은 7.3 인치에 1회전하도록 설계됐다. 이에 따라 K2소총은 탄자가 1초에 약 5,000번을 회전하며, M16A1소총은 약 3,200번을 회전한다. 이렇게 탄의 회전수를 높이고 이 강선에 적합한 K100탄을 사용할 경우 K2소총의 유효사거리는 600m로 연장된다.

K2소총은 가능쇠들의 외곽 원(가능쇠 울)과 가능자의 구멍을 맞추는 동심 원리를 채택해 빠르고 정확한 조준이 가능하며, 트리치움 자체발광 가능쇠를 설치해 야간사격도 가능하다. 또한 M16A1이 단발과 연발로만 사격할 수 있는 것과 달리 K2소총은 단발, 연발이 가능하며 3발 점사장치를 추가해 탄약의 낭비를 줄였다. 이는 방아쇠를 한 번 당겼을 때 탄이 3발 연속 발사되는 것을 의미한다. 실제 전투 시 병사들은 참호에서 조준도 하지 못한 채 머리 위로 총을 올려 연발 사격을 하며 이 연발사격으로 인한 반동력 증가로 총구가 위로 들리는 '앙등현상'을 겪게 된다. 따라서 탄약의 낭비를 줄이고 보다 정확한 조준을 위해 K2소총에 3발 점사장치를 추가한 것이다. 이밖에도 기능의 신뢰도를 높이기 위하여 고정차개와 가스피스톤 방식을 채택해 M16A1소총에서 발생했던 기능장애가 일어나지 않도록 만들었으며, 총구양등억제 소염기를 설치해 연발사격 명중률을 향상시켰다. 소염기는 총구로 빠져나오는 섬광과 배기가스를 분산시키는 역할을 하는데 M16소총의 소염기는 6개의 구멍이 방향성 없이 균등하게 나왔는데 반해, K2소총의 소염기는 우·상 방향으로 3개의 구멍만이 나와 총구로 빠져나오는 배기가스를 해당 방향으로만 배출시킴으로써 우·상 방향으로 앙등하는 힘을 상쇄시켜 총구양등을 억제한다. 이로 인해 연발사격으로 인해 총구가 들리는 것을 억제하고 총구폭풍에 의한 지면의 흙먼지 발생을 감소시키는 것이다. K2소총은 동남아 지역을 중심으로 중남미, 아프리카 등에 2만 여정, 그리고 미국에도 단발 모드용으로 1만 4천 여정을 수출했으며 조준하기가 용이하고 정확도가 우수하다는 평가를 받고 있다.



Chapter 11

장병들의 수호천사 '신형개인제독킷 (KD-1)'

- 강한자극에 발암 가능성까지 있었던 구형 장비
- 난관을 뚫고 탄생한 국방 신약 1호



강한자극에 발암 가능성까지 있었던 구형 장비

과거 우리 군은 미군 제품을 모방 개발한 KM258A1 및 KM13 제독킷을 사용했다. 그러나 이는 피부 자극성이 매우 심해 안면부 사용이 곤란할 뿐 아니라 일부 성분에는 발암 가능성이 있다는 보고까지 있었다. 1990년대 초 반 미국의 경우 Rhom&Haas사에서 다년간 연구를 통해 고분자형 흡착분말(Ambersorb™)을 주성분으로 하는 개인 제독킷을 새로 개발해 운용하기 시작했는데, 피부 제독킷 M291과 개인 장비 제독킷 M295로 이원화돼 있었으며 제독성능이 우수하고 피부에 자극성이 적다는 장점이 있었다. 이에 따라 우리 군은 기존의 KM258A1 과 KM13의 단점을 개선하고 인체에 비교적 안전하며, 미국의 M291 및 M295와 동등 성능을 갖는 새로운 개인 제독킷의 전력을 요구했다. 연구소는 군 요구 성능을 충족시킬 수 있는 신형개인제독킷 개발에 착수했고, 개발 방향은 우수한 제독을 기본으로 한국 실정에 맞도록 피부와 개인장비 겸용이 가능하며, 미국의 고분자형 흡착분말과 기술적으로 차별되는 새로운 제독 분말을 개발하는데 역점을 두었다.

인체에 안전하면서도 탁월한 제독성능을 보유한 제독제를 개발하기 위해 연구팀은 흡착, 분해형 분말을 설계 제조하고 분말형 제독제의 시험평가기법을 확립해 광범위한 시험평가를 실시했다. 이 과정에서 시험 평가 결과를 다시 피드백해 제독제의 성분과 물성, 그리고 화학적 특성 등을 개선하는 과정을 수없이 되풀이 하는 등 많은 시행착오를 겪어야 했다. 그리고 마침내 군 요구 성능을 충족시킬 수 있는 제독제 분말을 개발하게 됐다. 이 제독분말은 피부의 독성 화학 작용제를 매우 빠른 시간 내 흡착하고 분해 중화시키는 작용을 하는데, 인체에 적용돼야 하므로 국방부 훈령에 의거한 무기체계 절차와 동시에 식약처의 의약품 품목허가를 획득해야 하는 이중 업무의 어려움이 있었다. 연구소는 신형개인제독킷 KD-1의 국내개발을 위해 수의사, 약사, 생화학 전문가 등으로 이루어진 연구팀을 구성했다. 연구원들은 국내 자체개발의 가능성 여부를 파악하기 위해 1992년부터 핵심기술연구를 수행했으며, 1997년부터 2000년까지 체계개발을 수행했다.

그 결과 군 요구에 부합되는 독자적 모델의 신형개인제독킷 KD-1을 전력화해 현재까지 운용 중에 있다. 신형개인제독킷 KD-1은 식품의약품안전처의 규정 및 가이드라인에 따른 비임상시험과 임상시험을 모두 거쳤으며 의약품으로서 인체안전성, 유효성, 저장안정성을 인정받은 국방과학 분야 신약 1호라 할 수 있다.



난관을 뚫고 탄생한 국방 신약 1호

연구원들은 신형개인제독킷 KD-1의 제원 및 형상을 결정하기 위해 소요군 담당자들과 함께 여러 차례 설계 검토회의를 진행했으며, 소요군의 요구사항들을 설계요소에 대부분 반영해 부족함이 없도록 만전을 기했다. 하지만 허가기관인 식약처에서 제공하는 가이드라인에 맞춰 각 단계 마다 승인을 받고 다음단계로 진입하는 과정에서 많은 어려움을 겪었다. 비임상시험으로는 제독성능을 확인하기 위해 다양한 동물실험을 실

시해 그 성능을 입증했으며 피부자극성, 급성 및 아급성 독성, 흡입독성, 유전자 변이원성 시험 등을 추가로 실시했다. 또한 최종적으로 인체에 대한 부작용 여부를 테스트하기 위해 임상시험을 실시했다. 임상시험은 담당 전문의 주관 하에 대학병원에서 실시했으며, 시험 결과 인체에 대한 안전성, 안정성, 유효성을 인정받았다. 덕분에 사업기간 종료 직전 극적으로 의약품 품목허가를 받을 수 있었다.



신형개인제독킷

소요군은 개인 제독킷을 물자로 간주해 열악한 야전상황에서도 견딜 수 있는 내구성과 사용편이성, 그리고 장기보관이 가능한 형태 등을 요구했다. 그러나 신형개인제독킷 KD-1은 물자가 아닌 의약품에 해당된다. 하지만 연구원들은 유효성과 안전성에 지장이 없는 범위 내에서 소요군의 요구조건을 최대한 충족시키고자 최선의 노력을 기울였다.

개발시험평가 및 운용시험평가에서 실제 독성 화학 작용제를 사용해 국군화생방방호사령부 산하의 화생방 방어 연구소에서 시험평가를 실시했는데, 신형개인제독킷 KD-1의 제독 성능은 미군에서 운용 중인 M291과 M295 대비 동등 이상의 제독 성능을 인정받아 그 우수성이 입증됐다.

운용시험평가 과정에서는 개인병사들을 대상으로 사용 편이성, 휴대 간편성, 야전 운용성 등과 관련된 다양한 시험을 실시했다. 그런데 안면부의 제독 과정에서 일부 병사에서 피부 발적 현상이 나타나 운용시험평가를 일시 중단하게 됐다. 이에 따라 연구원들은 원인을 규명하고 대책을 강구하기 위해 외부 전문가를 포함한 위원회를 구성해 제한된 인원에 대해 재시험을 실시하고 이상 유무를 확인한 후 운용시험평가에 재착수했다. 당시 시험에 참여한 인원수를 대폭으로 늘려 동일한 조건에서 시험을 실시했지만 다행히 피부발적 현상은 나타나지 않았다. 신형개인제독킷 KD-1은 비교적 적은 개발비가 소요됐으며, 그 예산의 상당부분은 개인 제독킷의 인체안전성을 검증하기 위해 외부기관에 시험용역비로 사용됐다. 또한 의약품 품목허가를 비교적 단기간에 획득해 예산의 상당부분을 절감할 수 있었다. 🙏

신형개인제독킷을 소개합니다



접혀있는 신형개인제독킷

개인 제독킷은 적의 화학 작용제 공격으로 오염된 병사의 피부 및 개인 장구류를 응급으로 제독하기 위해 사용하는 개인 휴대용 화생방 보호 무기체계의 일종이다. 화학작용제는 북한이 보유하고 있는 것으로 추정되는 비대칭 전력의 일종으로 신경, 수포, 혈액, 질식 작용제 등이 있다. 이 중 특히 신경작용제가 인체 피부에 오염됐을 경우 극소량이라도 빠른 시간 내 신속히 제독하지 않으면 생명이 위태롭거나 생존하더라도 뇌손상 등 심각한 후유장애가 남는다. 개인 제독킷은 이러한 맹독성 물질을 빠른 시간 내에 제독해야전에서 병사의 생명을 지키는 매우 중요한 역할을 한다.



신형개인제독킷 KD-1의 제독제 분말은 고성능 활성탄(흡착제), 분해제1, 분해제2로 이뤄져있다. 이 제독제는 액체성 화학작용제와 만나면 극히 짧은 시간 동안에 흡착제가 작용제를 흡수하고, 이어서 분해제가 고독성의 화학작용제를 저독성 물질로 분해시키는 원리로 작용한다. 작용원리는 미국의 M291, M295와 매우 유사하며, 기존의 액체성 개인 제독킷 KM258A1보다 인체에 자극성이 덜하고 장비에 대한 부식성이 없다는 장점이 있다. 신형개인제독킷 KD-1은 1개의 제독킷에 4개의 제독패드가 들어있으며, 각 제독패드는 손에 끼워 장비표면이나 피부에 두드리며 문지르면 된다. 사용 방법이 매우 간편하고 중량이 가벼워 개인병사가 휴대하기 좋고, 동절기에도 결빙되지 않는다는 장점이 있다.

Chapter 12

미래 전장의 기대주 '견마로봇'

- 무인전투의 꿈이 현실로...
- 국방 로봇 개발을 위해 맞잡은 양손
- 작은 움직임에도 울고 웃던 순간들



무인전투의 꿈이 현실로...

2003년 '지능형 로봇'은 국가 10대 성장 동력으로 선정됐다. 덕분에 국가 차원의 R&D가 본격적으로 추진되기 시작했지만, 당시의 기술 수준으로 실용화를 확보하고 시장까지 개척한다는 것은 쉬운 일이 아니었다. 하지만 미국 등의 선진국은 국가 지능형 로봇 기술을 선도하는 정책으로 이미 국방로봇의 연구개발을 주도하고 있었다. 특히 미국은 2003년 중동전에 로봇을 투입해 실제 전투를 수행한 경험을 가지고 있었고, 1995년도부터 시설용 감시정찰로봇 기술을 개발해 실용화 단계에 진입한 상태였다. 미 육군 또한 미래전투체계의 1/3에 해당하는 플랫폼을 무인화하겠다는 법적 지원 하에 2002년부터 본격적인 국방로봇의 연구개발을 진행하고 있었다. 2004년 우리나라는 K9자주포와 K2전차가 세계 최고 기술 수준이 될 것으로 예측되는 상황에서 적어도 지상무기 분야에서는 세계를 선도할 수 있다는 확신에 가득 차 있었다. 이런 상황에서 지능형 로봇이 국가 성장 동력으로 선정된 점과 더 이상 지상무기 개발을 선진국 모방형으로 추진할 수 없다는 명분, 그리고 선진국과 경쟁중인 ICT 기술 및 상대적으로 앞서있던 지상전투차량 기술을 활용해 국방지상로봇을 개발할 경우 우리가 선진국을 선도할 수 있다는 자신감 등이 대두되면서 연구소는 더 이상 미래를 위한 새로운 선택을 늦출 수 없었다. 또한 국방로봇을 도입하면 효과적인 전투를 통해 인명 손실을 줄일 수 있고, 기존의 유인체계와 결합해 사용할 경우에도 전투력 유지 측면에서 많은 장점이 예측됐다.

연구소는 2006년 11월부터 6년간 대형 민군과제인 네트워크기반의 견마로봇을 개발하는 주관기관으로 당시 불모지와 다름없던 국방로봇 분야의 연구개발을 선도적으로 추진했다. 2005년 연구소는 이미 국방로봇 기술시범과제를 통해 자율주행기술을 일부 확보한 상태였고, 이를 기반으로 견마로봇의 시스템 과 자율주행기술 개발을 담당했다. 정보통신부를 대표하는 한국전자통신연구원(ETRI)은 와이브로 통신기반의 원격제어기술 개발을 담당했으며, 이 외에도 3개의 정부출연연구기관과 5개의 방산 대기업 및 12개의 로봇 중소기업이 우리 연구소와 협력해 당시 가용 가능했던 모든 기술을 동원했다. 2005년 11월부터 3년간의 응용 연구를 실시했으며, 2009년 12월부터 다시 3년간의 시험개발을 통해 핵심 기술의 실용성을 확인했다. 시험 개발단계에서는 3종의 견마로봇 시제를 제작해 군의 평가와 의견을 수렴했다.

첫 번째는 야지 주행성이 뛰어난 군수용으로 운용자가 탑승하지 않는 모델, 두 번째는 저가 민수용으로 1명의 운용자가 탑승하여 유인운용이 가능하고 필요시 무인으로도 운용할 수 있는 반무인형 모델, 마지막은 민수 및 군수 겸용으로 사용 가능하며 2명의 운용자가 탑승하거나 무인으로 도로 운용 가능한 중저가형 모델이었다.

이 시제들을 기반으로 2012년 10월부터 약 2개월간 사용 군이 처음으로 로봇을 활용해 전방에서의 전투 실험을 추진했고, 이를 통해 운용자 관점에서의 문제점을 확인하고 추후 활용 방안에 대한 공감대를 형성했다. 이후 2013년 육군은 처음으로 감시정찰 혹은 수색용으로 활용할 수 있는 무인로봇의 소요를 제기했다. 한편 2014년 말부터는 본 기술을 기반으로 공군 기지방호 활용이 가능한지를 확인하는 일종의 실용화 시범

사업을 추진하고 있다. 또한 현재 연구소는 견마로봇의 개발경험과 축적된 기술을 기반으로 미래 전투로봇의 개발 가속화를 위한 핵심기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 2020년 초반에는 국내에서도 본격적으로 국방지상로봇이 활용되는 시대가 올 것으로 예측하고 있다.



시험개발 단계에서 개발된 3종의 플랫폼

국방 로봇 개발을 위해 맞잡은 양손

견마로봇은 당시 국방부와 정보통신부가 부처 우위 기술을 기반으로 협력적으로 추진한 국내 최대 규모의 지능형로봇 개발과제로 기록되고 있다. 2004년 말 당시 정보통신부 장관이었던 진대제 장관은 연구소에서 IT-839 관련 세미나를 실시했다. 세미나는 미래를 예견하는 희망적인 메시지를 담고 있었지만, 당시 실질적으로 필요했던 것은 정보통신을 선도하는 정보통신부와 첨단 국방기술을 리드하는 국방부가 어떠한 형태로라도 협력해 첨단 기술을 개발하고 경쟁력을 확보하는 것이었다. 이에 우리 연구원들은 장관에게 통신 분야의 민수 기술 및 국방기술에 대한 공동 사용을 목적으로 하나의 통일된 표준을 개발해야 한다고 피력했다. 또한 양 기관의 장점을 기반으로 지능형 로봇의 연구개발을 추진할 경우 시너지 효과가 있을 것이라는 말도 덧붙였다. 이에 장관 역시 좋은 아이디어라며 국방부 장관을 뵈게 되면 이야기를 나누겠다고 답변했다. 이후 양 장관은 국무회의 후 협력에 대한 의견을 나누는 것으로 알려졌고, 마침내 2005년 2월 24일부로 국방부와 정보통신부 간 협력을 위한 MOU가 체결됐다. 이후 국방부에서는 연구소에 협력연구를 위한 과제 제출을 요



청했으며 정보통신부에서도 과제를 제안했다. 당시 연구소는 미래 로봇관련 과제를 대비해 국방중기계획에 반영해두고 있었는데, 미래 로봇의 가장 근간이 되는 기술 중 하나가 '무선기반의 원격제어 기술'이기 때문에 정보통신부와 협력 가능한 대표 과제로 이를 제안했다. 정보통신부에서는 '사각로봇'을 제안했다. 이후 2005년 4월부터 7월까지 4차례에 걸쳐 실무회의가 개최됐다. 그 결과 7월 19일 국방부와 정보통신부가 제안한 내용을 결합해 견마로봇의 연구개발을 부처 간 협력 추진하는 것으로 결정됐다. 이후 9월 21일에는 과학기술관계장관회의에서 공동연구개발 계획이 확정됐다. 당해 바로 예산을 집행하는 것은 국방 중기계획상 어려움이 있어 민군겸용과제의 형태 겸 부처협력으로 추진하기로 했다. 연구소가 로봇을 사용한 경험이 나 연구개발을 통한 기술축적이 없으니 '선기술 후소요' 개념으로 추진하자는 것이었다. 새로운 무기체계의 개발에 앞서 다양한 기술개발을 추진하고 실용화 확신이 가능할 경우 체계개발에 진입하는 현재의 연구개발 과정이 당시에는 제대로 정립되어 있지 않았다. 이후 2005년 11월에는 관련 전문가들이 모여 중복성 검토를 실시했고, 결과를 기반으로 각 부처내부의 의견수렴을 실시했으며 2006년 4월 민군겸용사업 총괄위원회를 거쳐 견마로봇의 최종 민군겸용 개발 계획이 확정됐다.

작은 움직임에도 울고 웃던 순간들

견마로봇은 약 240여명의 연구원이 쏟아 부은 열정의 산물이다. 기존 국방 분야의 연구개발 사업은 일반적으로 높은 신뢰도를 요하기 때문에 안정된 하드웨어, 검증된 소프트웨어를 기반으로 개발하게 된다. 하지만 견마로봇은 시작부터 달랐다. 범용 하드웨어 및 미들웨어 기반의 개방형 설계를 지향했던 큰 설계 방침은 기

술적인 변화의 추이기도 했지만, 기존 국방 분야 연구원들의 통상적인 설계 틀을 깬 것이었기에 사업 초반에는 불협화음이 일어나기도 했다. 그러나 우리가 개발하는 견마로봇이 국방 무인주행기술 분야에서 큰 획을 그게 될 기술이자 산출물이 될 것을 모두가 확신하였기에 그리 오래 걸리지 않아 모든 이들의 열정을 한곳으로 모을 수 있었다. 견마로봇 사업 초반에는 몇몇 세부 분야에서 당시 국내 최고 권위자들의 도움을 받고자 했다. 하지만 그들은 밤낮을 지새워 문제를 해결하던 연구원들의 기술적 욕구 및 열정을 만족시키지 못했다. 때문에 연구원들은 난관에 봉착할 때마다 스스로 도전하고 부딪혀 최고 권위자를 뛰어넘는 기술로 문제를 해결해 나갔다.

달리고있는
견마로봇



2008년에는 연구원들에게 크고 작은 사건들이 많았다. 2008년 어느 봄날, 여러 기관에서 만든 견마로봇의 구성품이 한 자리에 모여 체계 결합시험을 실시하게 됐다. 연구소에서 설계한 개념이 적용된 견마로봇이 처음으로 땅에서 주행해보는 날이었다. 새벽 2시, 차량의 헤드라이트로 주위를 밝힌 시험장에서 견마로봇은 사용자의 제어명령으로 첫 발걸음을 뗐다. 연구원들의 머릿속에는 그동안 겪어 온 수많은 도전의 순간들이 주마등처럼 스쳐지나갔다. 하지만 연구개발이 늘 그러하듯 결과가 항상 만족스러운 것은 아니었다. 때로는 기대 이상의 성과를 안겨주기도 하지만, 때로는 또 다른 난관을 확인하는 것이 전부일 때도 있다. 같은 해, 한참 시험 중이던 견마로봇 시제가 불의의 사고로 잣더미가 된 일이 있었다. 직렬형 하이브리드 시스템을 적용한 견마로봇은 배터리 충전과 가솔린 엔진을 통해 주행 및 운동을 위한 전력을 얻는다. 당시 개발된 플랫폼은 다양한 알고리즘을 시험하기 위해 연이어 시험 일정이 계획돼 있었고, 당일 시험이 끝나면 충전으로 다음 시험을 준비하곤 했는데 과충전으로 배터리가 폭발한 것이다. 열정으로 가득했던 실험실은 매캐한 연기와 소화기 분말로 가득해졌고, 연구원들은 허탈한 표정으로 형편없이 망가진 로봇을 바라봤다. 이후 한동안 사고 관련 보고와 대책 마련 등으로 연구개발과는 담을 쌓고 지내야 했다.

개발에 참여했던 연구원들은 '당시에는 모든 것을 잃었다고 생각했지만 지금 돌아해보면 가장 큰 것을 얻었는지도 모른다'고 말한다. 화재 사고를 통해 사용자 입장에서 좀 더 안전하고 신뢰성 있는 장비를 개발할 수 있게 됐기 때문이다.

아픔을 이겨낸 2008년 가을, 견마로봇 개발자들은 다양한 무인체계의 운용 가능성에 대한 대규모 기술 시연을 실시했다. 견마로봇을 비롯한 다양한 무인시스템이 통합 운용됐던 국방로봇 통합 기술시연은 가변형 수장치가 장착된 견마로봇이 관람객 앞에서 큰 절을 하듯 자세를 바꾸며 인사를 하는 것으로 마무리하기로 돼있었다. 비록 충분한 기술적 검토 및 설계와 구현, 시험을 통해 개발된 견마로봇이었기에 자신감은 있었지만 혹시 예상치 못한 문제가 발생할까 노심초사하며 바라보았던 연구원들은 견마로봇의 마지막 인사와 함께 무거운 근심걱정을 내려놓을 수 있었다. 2012년도에는 3종의 견마로봇이 새롭게 만들어졌고, 단순히 개발자만의 연구개발 경험이 아닌 철책근무를 수행하는 사용군의 입장에서 로봇을 운용해 보기도 했다. 그 결과 군을 비롯하여 많은 분야의 사용자들이 무인시스템의 운용가능성에 관심을 가지게 됐고, 군용 로봇에 대한 이해 또한 높일 수 있었다. 📍



견마로봇을 소개합니다

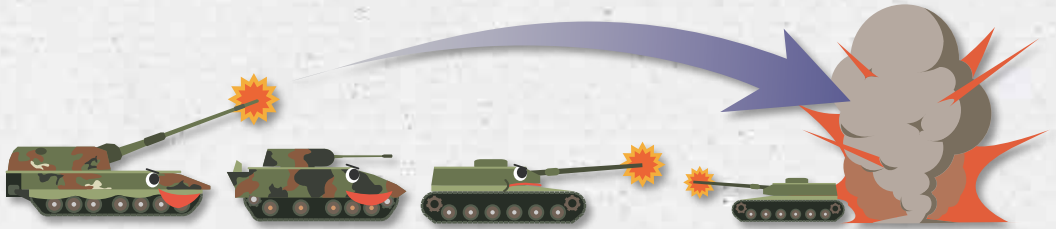
시설감시경계용으로 개발된 견마로봇은 무인 전투 체계를 구성하는 단위 요소로 근접 전투 간 감시 정찰, 주요 시설 감시 경계, 지뢰 탐지 및 물자수송 등의 임무를 수행한다. 네트워크 기반의 이동형 무선 통신으로 인접 및 상하급 제대 간의 실시간 정보 공유가 가능하며, 정해진 경로나 지도상의 임의 기동점을 기반으로 자율 주행과 원격 제어를 할 수 있다. 또한 정해진 시설에서 시공간 시나리오를 기반으로 자동으로 기동임무를 수행할 수 있다. 그러나 기동만으로는 부족해 감시정찰을 위한 확장형 감지장치와 필요시 적을 대응하기 위한 기관총, 음성수하방식으로 암호호를 확인하는 음성 송수신장치 등도 탑재했다. 견마로봇은 자율감시기능을 갖춰 정해진 기동로나 시설에 대한 자율 감시를 실시한다. 기동 간 철조망을 감시하고 나아가서는 정지 간 은닉상태로 이동표적을 자동 탐지해 원격 운용자에게 경고하기도 한다. 플랫폼은 직렬형 하이브리드 엔진으로 제작돼 스티어링이 가능하고 필요시 엔진을 작동해 장시간 원거리까지 운용할 수 있다. 원격통제장치에는 탑재된 모든 영상을 임무에 따라 선택적으로 전시하는 반자동 전시기능이 구현되었으며, 여러 대를 운용할 경우 상황 인식을 위해 다양한 지도를 전시하며 서로의 위치나 궤도를 표시하기도 한다. 원격 운용자는 평소 다른 임무를 수행하면서도 영상을 모니터링할 수 있다. 필요시 감시 장치나 무장을 통해 원격 사격을 실시할 수 있고, 경우에 따라서는 원격 기동도 가능하다. 통신장치는 2006년 당시 세계에서 가장 앞선 통신장치였던 와이브로 통신장치를 개선해 탑재했고 원거리 운용을 위한 중계도 가능하도록 설계했다.

추후 견마로봇은 기지방호 등 사용처에 따라 일부 기능을 가감하거나 임무장비를 선택적으로 탑재하는 등 실용화가 이뤄질 경우 더욱 다양한 시설의 감시경계장비로 활용 가능하다. 또한 아직 종합적인 운용 판단 및 지휘통제는 원격 운용자가 담당하지만, 조종간을 운용자가 움직이는 등의 부하가 높은 제어성 작업은 스스로 수행하는 관점에서도 효율적인 장비다. 미래에는 정교한 레이더나 라이이다 등을 탑재해 약천후에도 스스로 환경을 인식하고, 최소한의 원격 운용자가 지휘 통제하여 운용되는 장비로 발전할 것이며 민수용으로 개발 시 테러진압, 재난구조용, 공장 및 건설의 물자수송, 시설감시 등의 다양한 역할도 수행할 수 있을 것으로 기대된다.



쉬어가는 페이지

전차, 장갑차, 자주포의 차이점



탱크란?

전쟁터에서 적의 탄이나 파편으로부터 방어할 수 있는 차체를 가지고 있는 모든 전투차량을 탱크(Tank)라고 부른다. 하지만 원칙적으로 '탱크'는 전차를 의미한다. 전차와 장갑차, 자주포는 모두 비슷한 외형을 가졌지만 서로 다른 임무와 상황에 맞게 설계된 별개의 무기체계다.

우선 강력한 포를 가진 전차는 적 기갑세력과 직접적인 전투를 목적으로 한다. 전쟁터에서 맨 앞으로 나가 적의 전차를 파괴하고 방어선의 장애물을 돌파해 뒤따르는 장갑차와 자주 대공포의 기동을 용이하게 만드는 것이 주 임무다. 전차는 1차대전 때 최초로 등장했다. 당시 전투는 참호를 파고 철조망을 친 후 요새화된 방어선을 구축해 적 보병이 몰려오면 기관총으로 제압하는 형태였다. 따라서 아무리 많은 보병들을 적 참호로 돌격시켜도 참호에 들어 앉아 기관총을 쏘는 적에게 전멸당할 수밖에 없었다. 이 때문에 적 기관총이나 보병을 공격할 수 있는 무기를 탑재한 전투차량의 개발 필요성이 제기됐다. 최초로 전차를 만들어 전쟁에 투입한 것은 영국군이다. 당시 비밀 유지를 위해 전차를 '물을 실어 나르는 운반차량(Water Tank)'라고 불렀으며 이를 줄여 탱크라는 이름을 가지게 됐다. 이렇게 만들어진 최초의 전차 Mark 1은 1916년 프랑스 솜 전투에 투입돼 적진을 무력화시키는 등 연합군의 승리에 중추적인 역할을 담당했다. 적과 가장 가까이에서 싸우는 전차는 적진을 뚫고 들어가 포와 기관총으로 적의 강력한 방어거점이나 보병, 상대 전차를 공격한다. 공격과 동시에 방어도 가능해야 하기 때문에 적의 전차 포탄을 막아낼 수 있는 두터운 장갑이 특징이며, 이 때문에 무게가 50톤이 넘는다. 이동 및 전투를 위한 최소한의 인원인 3~4명이 탑승하며 근접전을 상정해 설계 제작돼 직사 위주의 사격 시스템을 갖추고 있다.

전차와 장갑차



하지만 '지상전의 왕자'로 불리는 전차도 혼자 전장에서 모든 것을 해결할 수는 없다. 전차는 시야가 좁기 때문에 숨어있는 대전차포나 대전차 무기를 들고 있는 보병을 발견하고 아군 보호 및 적 공격의 임무를 수행하기 위해서는 항상 보병들이 따라다녀야 한다. 하지만 보병들이 뛰어서 전차를 따라 다니기엔 한계가 있고, 그렇다고 일반 차량을 타고 다니기엔 보병들의 생명을 보장할 수 없다. 이에 따라 전차를 따라다니면서도 적의 기관총탄으로부터 보병들을 지켜줄 수 있도록 튼튼한 장갑을 두른 차량이 등장하게 됐고, 이것이 바로 장갑차다. 장갑차는 빠른 속도로 전장을 돌아다니며 총탄이나 파편으로부터 보병들을 보호하고 안전하게 이동시켜준다. 또한 정찰 혹은 아군 보병에 대한 화력 지원의 임무도 수행한다. 전투가 주목적은 아니지만, 대전차 미사일처럼 비교적 가벼운 무장을 탑재해 활용할 수 있다. 장갑차는 용도에 따라 인원수송 장갑차(APC), 보병 전투 장갑차(IFV) 및 다목적 지원 궤도 장갑차 등으로 분류된다.

자주포

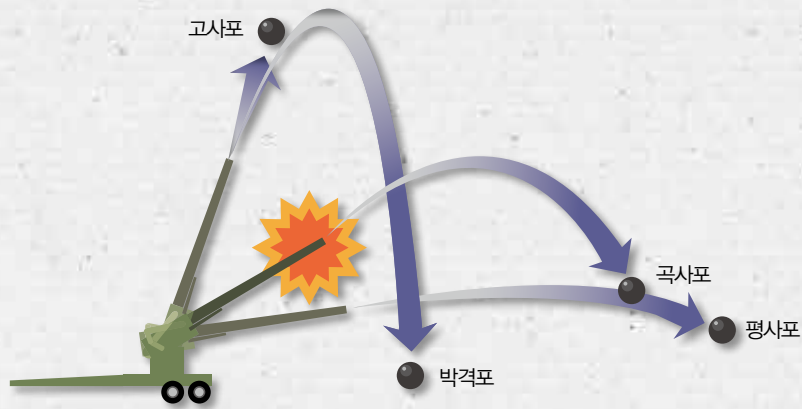


자주포는 이름에서도 알 수 있듯 '스스로 움직일 수 있는(自主) 대포'로 후방에서 포 사격을 통해 아군을 지원하는 임무를 수행한다. 자주포는 기존의 야포에서 발전된 형태다. 우리가 흔히 대포, 야포라 부르는 무기는 포탄을 날려 보낼 수 있는 사정거리가 길고 큰 파괴력을 갖는 강력한 포탄을 사용할 수 있다. 그러나 혼자서는 움직일 수 없고, 차량이 끌어야 하는 것이 단점이다. 2차대전 초기까지는 트럭 등이 부족해 말이 포를 끄는 경우도 많았다. 전차들이 적진으로 진격할 때 전차 앞에 놓여 있는 적의 포대를 가격할 야포들은 당연히 전차를 따라다니며 도와야 한다. 그러나 신속함이 요구되는 전쟁터에서 차로 야포를 끌고 다니다가 병사들이 내려서 사격할 준비를 하고, 탄약을 장전하고 또 사격을 하는 일련의 과정은 너무 길다. 따라서 포를 끌고 다닐 필요없이 궤도차량에 설치해 스스로 움직일 수 있게 만든 것이 바로 자주포다. 전차의 포는 적 전차나 보병

을 상대하기 때문에 사거리는 짧지만 명중률이 높고, 빠르게 쏠 수 있는 직사포다. 반면 자주포는 적이 보이지도 않는 먼 거리에서 포격을 실시해 전차 앞의 방해물이나 적의 거점을 공격하는 곡사포다. 전차는 이동식의 근·원거리형이라면 자주포는 고정식의 장사거리형이다. 발사 시 고정형으로 일정 위치에 자리를 잡고 포신을 조정해 목표물을 공격하는 것이다. 또한 전차는 포탄을 내부에 싣고 다니지만, 자주포는 별도의 탄약차량이 따라다닌다. 최근에는 포탑 내 탄약을 적재하고 있다. 연구소에서는 K1전차, K1A1전차 개발에 이어 세계적 수준의 K2 전차를 개발한 바 있으며 장갑차는 한국형 장갑차 K200 및 차기보병 전투장갑차 K21 등을 개발했다. 곡사포는 KH179 견인포를 개발했으며 KM109A2(K55)의 생산에 이어 사정거리 40km의 K9자주포를 개발해 현재 해외 방산 수출에도 기여하고 있다.

쉬어가는 페이지

총과 포를 구분하는 방법



총과 포

총과 포는 칼과 더불어 인류와 오래 역사를 함께해왔다. 총과 포는 창이나 칼에 비해 적과 어느 정도 거리를 두고 공격할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 12~13세기경 중국에는 대포와 비슷한 비화창, 화룡창 등의 화기가 있었으며, 이후 그것을 개량한 금속제의 통형화기가 등장했다. 이것이 14세기 아라비아인들을 통해 유럽으로 전파되면서 원시적인 소형화기인 '사람이 들고 운반 가능한 화포'가 발명됐으며 이후 화기가 소형화됨에 따라 최초의 총이라 할 수 있는 소총이 개발됐다. 포의 경우 15세기 이전까지는 매우 불안정한 상태였다. 사정거리는 수백 미터 정도였고, 탄으로는 둥근 돌을 사용했는데 10발쯤 쏘고 나면 포신이 파손되고 말았다. 당시에는 주로 목재 포신을 사용했으며, 금속제라 할지라도 나무통처럼 철판을 단접해 테를 끼운 구조였다. 더욱이 바뀌조차 없어 기동성도 전혀 없었다. 이후 금속 제련술이 발달함에 따라 청동제의 포신을 사용하게 됐고, 돌이 아닌 주조한 전용 포탄을 사용하게 됐다. 이에 따라 포는 명중률도 높아지고 타격력도 강해졌다. 우리가 흔히 '총포'라 말하는 것은 총과 포를 아울러 이르는 말이며, 총과 포의 사격과 발사 원리에는 큰 차이가 없다. 기술력이 부족했던 시절, 간단한 장치와 방식으로 멀리 있는 적에게 타격을 입힐 수 있게 한 것이 포의 기원이다. 이후 추진체의 연소상태를 조정 및 통제하게 되면서 작고 가볍고, 사용하기 쉽게 만든 것이 바로 총이다. 총과 포를 구분하는 기준은 3가지다. 단, 이는 절대적이지 않으며 시간이 지나면서 계속 예외가 등장하고 있다. 따라서 어느 한 가지 조건만 가지고 구분할 것이 아니라, 다양한 구분법을 가지고 총과 포가 가지는 예외 및 한계를 이해해야 한다.

첫째

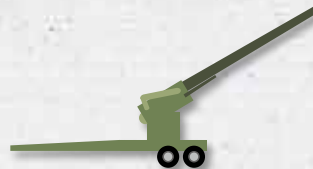
구경이 20mm 이하이면 총으로 분류하고, 그 이상이면 포로 분류한다. 구경은 총구의 크기를 의미한다. 넓은 의미로 생각한다면 그 총구의 크기에 따라 발사할 수 있는 총알의 크기가 달라지고 구경이 클수록 큰 탄을 발사할 수 있다는 것을 뜻한다. 44구경은 총구가 0.44인치라는 것을 의미하며, 22구경은 0.22인치를 의미한다. 힘은 질량에 비례하기 때문에 구경이 클수록 큰 탄을 발사할 수 있어 그 파괴력이 더 크다고 할 수 있다.

둘째

탄도가 직선인지 곡선인지를 구분해 판단한다. 즉, 직사화기인지 곡사화기인지를 구분하는 것이다. 포의 경우 사격 방법의 차이, 즉 탄도의 높낮이에 따라 평사포, 곡사포, 박격포로 나뉜다. 표적의 상대적 위치, 형상, 성질에 따라 요구되는 탄착의 각도가 달라지기 때문에 선택적인 사격이 필요하다. 예를 들어 평사포는 저탄도를 이용하고, 곡사포는 비교적 낮은 포구속도로 고탄도를 이용한다. 평사포는 포구속도가 초당 650m 이상이고 포신의 길이가 구경의 75배 이상으로 비교적 장거리 표적을 정밀하게 사격할 수 있는 것이 특징이다. 강한 장약의 힘으로 발사되므로 탄도는 수평에 가깝고 원거리 사격이 가능하다. 해군 함포, 방공포 등이 이에 속한다. 곡사포는 탄도가 비교적 완만한 곡선을 이루며 포신 길이가 구경의 20배 정도인 것이 보통이다. 평사포에 비해 장약이 강하지 않고, 포의 중량도 비교적 가벼워 기동성이 요구되는 지상군 포병이 주로 사용한다. 박격포는 포신 길이가 구경의 10배 내외로 탄도는 45° 이상의 완만한 곡선을 그리기 때문에 포탄이 상공에서 거의 수직으로 떨어지게 된다. 포탄을 포구로부터 장전하는 것이 보통이며, 구조가 간단하고 가벼워 주로 보병이 특전부대에서 사용한다.

셋째

탄자가 표적에서 폭발하는 것은 포, 그렇지 않은 것은 총으로 분류한다. 총이란 기본적으로 속도에 따른 운동에너지를 이용해 목표물을 관통한다. 따라서 탄의 구경이 비교적 작은 편이다. 반면 포는 탄 자체에 폭발물이 들어있어 총격, 근접 등 신관에 의해 목표물에 근접 혹은 닿았을 때 폭발하게 된다. 이렇게 분류하는 것은 실제 포와 총의 종류나 그 명칭을 봐도 알 수 있다. 예를 들어 박격포, 곡사포 등은 구경이 비교적 크고 대공포는 근접신관에 의해 일정고도 또는 목표물에 근접했을 때 폭발하는 근접신관탄을 사용한다. 이와 달리 총은 비교적 구경이 작고 탄의 총구속도가 매우 빠른 것이 특징이다. 예를 들면 권총, 소총, 기관총 등이 있다.



03

세번째 결정적 순간,
해상 · 항공무기





Chapter 13

은밀하고 치명적인 어뢰
'백상어&청상어'



Chapter 14

빠르고 강력한 말벌의 힘
'노봉'



Chapter 15

대잠능력 향상의 일등공신
'에인음탐기체계'



Chapter 16

귀신같은 수중 탐지
'음향센서'



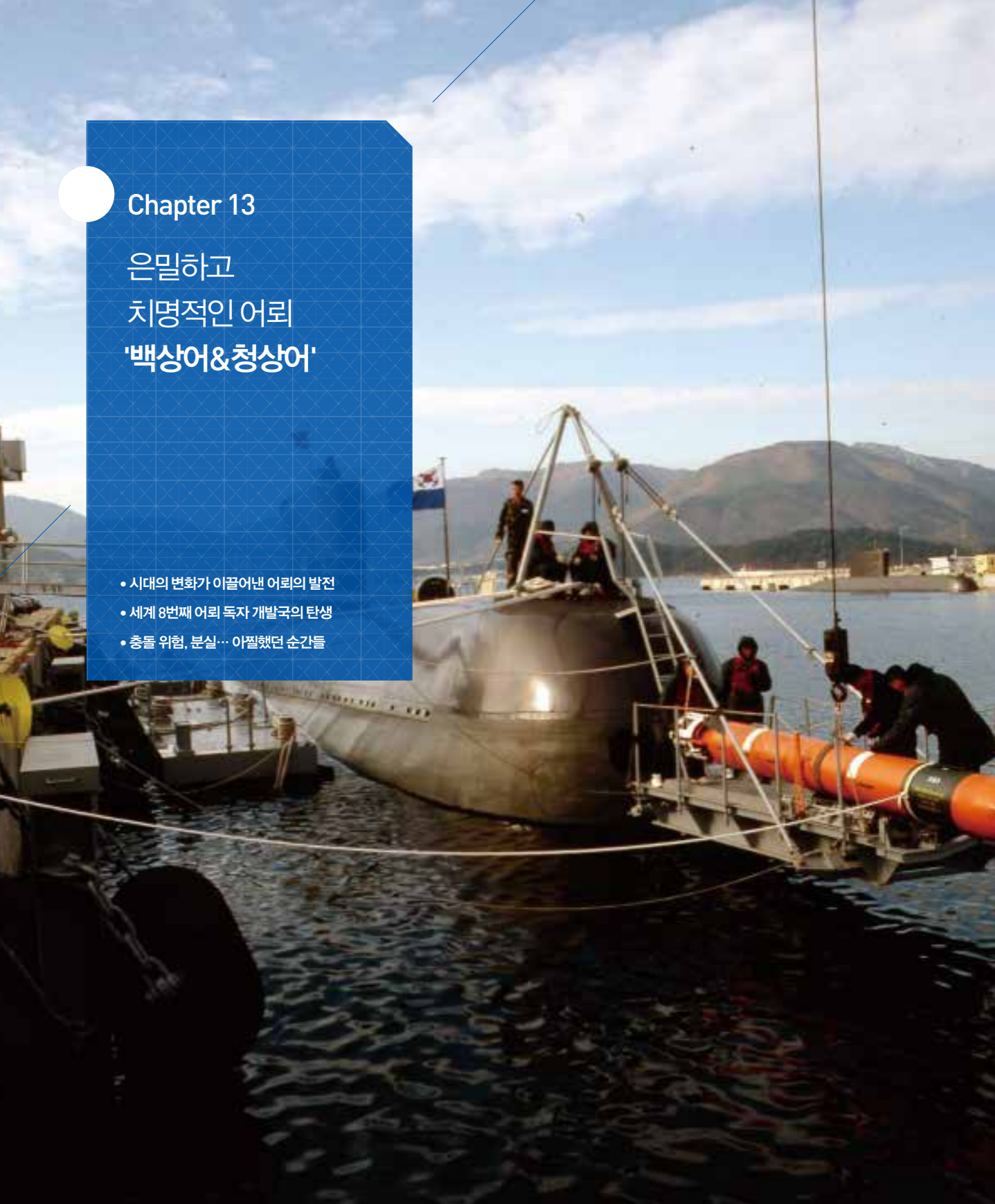
Chapter 17

항공기 개발국 진입의 쾌거
'KT-1 기본훈련기'

Chapter 13

은밀하고 치명적인 어뢰 '백상어&청상어'

- 시대의 변화가 이끌어낸 어뢰의 발전
- 세계 8번째 어뢰 독자 개발국의 탄생
- 충돌 위험, 분실... 아찔했던 순간들





시대의 변화가 이끌어낸 어뢰의 발전

1970년대는 주로 재래식 육군무기체계의 국산화가 주를 이뤘으며 해군무기체계와 공군무기체계는 미 군원이나 해외도입무기를 사용해 국산화는 엄두도 내지 못하는 실정이었다. 국내에서 일부 소형함정을 건조했지만 외국함정을 모방설계하고 대부분의 주요장비는 해외에서 도입해 탑재했으며, 선체의 용접과 장비조립에 소요되는 인건비 정도가 국산화 비율을 차지했다. 1970년대 당시에는 국내 공업 기술 수준이 낮아 국산 개발 무기에 대한 군인들의 인식이 매우 부정적이었으며, 실제로 국산 장비와 외국 장비의 성능 차이가 매우 컸다. 하지만 자주국방의 첫 단추가 될 국산 장비 개발에 대해 실제 사용자인 군의 믿음과 장비에 대한 신뢰를 보장하는 것은 대단히 중요한 일이었다. 1980년대는 미국과 소련의 동서 냉전이 최고조에 달하던 시기였다. 이 때 우리 해군은 북한의 비대칭전력에 대응하기 위한 방안으로 극비리에 잠수함 전력을 구축하고자 독일제 잠수함용 기술도입 생산하기로 결정했다. 잠수함 핵심 무장으로는 중어뢰를 필수적으로 탑재해야 했기 때문에 독일제 21인치 유선유도 어뢰인 SUT를 우선 확보하기로 했다. 이후 SUT의 후속 물량 확보 방안에 대한 활발한 검토가 이뤄지던 중 1984년 국내 독자 개발된 잠수정에 탑재를 고려했던 미국의 Mk37 중어뢰의 판매가 거부돼 잠수정 탑재용 어뢰에 대한 대안 마련이 시급해졌다. SUT와 같이 유선유도 운용이 어려울 것으로 판단되는 잠수정 탑재용으로는 Mk37급 19인치 중어뢰의 개발이 고려됐다. 잠수함 탑재용 SUT의 후속물량으로는 19인치 및 21인치 어뢰가 모두 운용이 가능할 것으로 판단됐다.

마침내 1989년 9월 잠수함·정 탑재용으로 유선유도가 아닌 지정유도방식의 19인치 중어뢰를 개발하기로 결정됐다. 잠수정에는 19인치 지정유도 어뢰를 탑재하기로 했고, 잠수함에는 21인치 유선유도 SUT와 19인치 지정유도어뢰를 일정비율로 혼합 탑재하기로 했다. 대상 표적에 따라 고-저성능(High-Low)개념으로 운용하기로 하고 고성능은 SUT 어뢰, 저성능은 19인치 지정유도어뢰를 개발해 운용할 것으로 계획했다.

당시 북한 위협의 핵심은 소련제 로미오·위스키급 잠수함이었다. 하지만 이에 대응하기 위해 미군 원조 구축함과 국내 개발 호위함 및 초계함에 장착된 대잠 무기는 1950년대 기술로 개발된 미국의 Mk44 대잠 경어뢰와 폭뢰 등이었다. 그러나 한반도의 서해와 남해 지역은 수심 100m 이내의 얕은 바다이기 때문에 심해용으로 개발된 Mk44 경어뢰의 효과적인 운용이 어려웠다. 이에 따라 1981년 3월부터 Mk44 경어뢰의 음향탐지와 운동제어 성능을 향상시키기 위해 미국과 공동으로 K744 경어뢰를 개발하게 됐다. 얕은 바다에서도 운용이 가능하도록 Mk44 경어뢰의 음향탐지부와 유도제어부를 개조하고 검증기간을 거쳤다. 이후 1986년 3월 탄두부를 제외한 연습 어뢰의 시험평가가 최종 완료되면서 같은 해 7월 5일 무기체계에 채택됐다. 이와 별도로 K744 경어뢰용 탄두부를 개발해 1988년 시험평가를 완료하고 양산해 실전 배치함으로써 Mk44 경어뢰와 K744 경어뢰라는 두 가지 종류의 어뢰가 운용됐다. 그러나 1990년대를 지나면서 컴퓨터와 IT기술이 급격하게 발전하고 디지털시대를 맞이함에 따라 대부분의 무기체계에서 연동성 및 상호운용성이 중요시됐다. 때문에 일부 개조된 부분을 제외하고는 대부분의 부품들이 50년대 기술로 제작된 K744 경어뢰와 미군 원조로 도입된 구식

의 Mk44 경어뢰는 더 이상 정비유지가 곤란해졌다. 특히 한국형 신형 구축함(KDX I,II,III)과 연동 운용이 불가능해 디지털 시대에 적합한 신형 대잠 경어뢰의 수요가 제기됐다. 수요 제기된 신형 경어뢰의 요구사항을 만족시킬 수 있는 어뢰로는 미국의 Mk46 mod5, 영국의 Stingray 및 이태리의 A244S 등이 있었다. 이들 중 한 기종을 해외 도입하는 방안과 국내 개발 방안에 대한 다각적인 검토가 실시됐고, 마침내 1993년 8월 국내에서 직접 개발하는 것으로 결정됐다. 백상어와 청상어가 수요 제기된 시점에 국내의 어뢰개발 관련기술은 K744 유도제어부 개량개발과 시험평가에 관련된 활동, 그리고 Mk37 중어뢰를 잠수정 발사관에서 발사가능성을 시험평가 한 경험과 어뢰설계와 관련된 모형시험, 운동제어기법에 관한 선행연구 실적 등이 있었다. 백상어 수요와 비슷한 시기에 한국형 신형구축함(KDX I,II,III)에 탑재할 목적으로 수요 제기된 신형 경어뢰는 최첨단 어뢰와 동등한 수준으로 개발 사양을 설정하고 미래지향적인 첨단기술을 적용했다. 당시 국내 정보전자 산업기반은 크게 성장한 상태였으며, 정밀기계공업과 조선공업분야는 세계 1위 수준의 인프라가 구축된 상태였기에 세계 최고 수준의 어뢰 개발은 충분히 가능할 것으로 판단됐다.

세계 8번째 어뢰 독자 개발국의 탄생



현대식 개념의 어뢰는 1866년 영국에서 처음 개발됐으며 이후 독일, 미국, 러시아 등에서도 비슷한 수준의 기술이 적용된 어뢰가 개발됐다. 1차 대전 때는 거의 대부분의 어뢰가 무유도 직진어뢰였으며, 2차 대전을 겪으면서 잠수함의 역할이 중요시되고 해양환경과 수중음향학이 발전하면서 음파를 이용한 수중탐지기법이 적용돼 어뢰의 공격능력이 획기적으로 발전됐다.

최초의 어뢰가 개발된 이후 약 80년의 세월이 지나서야 자체적인 탐지추적이 가능한 이른바 음향호밍 어뢰가 탄생한 것이다. 우리나라는 그로부터 반세기가 더 지난 1998년 7월 6일 백상어라는 잠수함·정 탑재용 중어뢰를 국내 독자개발하는데 성공해 세계에서 8번째로 어뢰 독자 개발국에 진입했다.

우리나라의 어뢰개발 역사는 1974년으로 거슬러 올라간다. 미국제 Mk44 어뢰를 모방개발한 시제가 바로 그 효시다. 수중에서의 단순 직진주행 기능을 확인하기 위한 연구용 시제품이며, 해상시험 인프라가 구비되지 않은 상황에서 만든 것이었다. 연구소는 해군의 소해정 2척과 헬기를 협조 받아 1977년 1월 해상 발사시험을 시도했는데 아무런 소득 없이 시제품을 바다 속에 분실해 다시 원점에서 시작하는 아픔을 겪어야 했다. 어뢰 개발의 중요성을 인식하고 있던 해군의 전폭적인 지원을 받아 약 10일 간 수중탐색작업을 진행했지만 찾은 길이 막막했고, 더 이상의 물적·인적 자원을 투입할 여력 또한 부족해 탐색을 포기해야 했다. 대신 미국과의 어뢰관련 자료교환 협정(DEA : Data Exchange Agreement)을 통해 Mk44관련 도면과 교범을 지원받았으며, 나아가 1979년 2월 미국 워싱턴에 위치한 수중무기 시험장에서 시제품 2발에 대한 해상시

물속에서의
백상어



험을 성공적으로 완료함으로써 새로운 가능성을 확인하고 미국과의 협력을 위한 기틀 또한 마련했다. 어뢰 개발의 걸음마 단계에서 겪은 이런 경험과 미국의 우호적인 지원 협력을 통해 마침내 한국 최초의 어뢰인 K744 경어뢰가 개발됐다. 천해에서의 표적탐지를 위한 음향탐지부는 미국제 Mk44 경어뢰를 바탕으로 Honeywell사(현 Alliant Techsystems)가 맡고, 천해 운동을 위한 유도제어부의 개조는 연구소가 맡는 공동개발로 추진됐으며 1981년부터 1986년까지 진행됐다. K744 경어뢰는 Mk44 어뢰보다 천해 유도 제어와 음향탐지 성능이 우수하며 이후 무기체계로 채택됐다. 이 경어뢰의 양산 배치로 대륙붕 구조인 한반도 주변 해역에서 효과적인 대잠작전이 가능해졌다.

1980년대 중반부터 은밀하게 진행된 장보고급 잠수함 획득사업의 주무장으로 채택될 어뢰의 1차분으로는 독일제 SUT를 해외도입하기로 결정했다. 한편 19인치 중어뢰의 국내 개발 필요성도 제기됐다. 이후 연구소를 중심으로 하는 개발조직이 만들어지고 1990년부터 잠수함·잠수정 탑재용 중어뢰 개발에 착수해 9년에 걸쳐 개발 과정이 진행됐다. 이와 더불어 연구소는 1993년부터 1994년까지는 디지털 형식의 전투체계를 탑재할 광개토급 신형 구축함과 대잠 항공기에 연동 운용할 신형 경어뢰 청상어의 탐색개발을 수행했다. 이어 1995년 체계개발에 착수해 2004년 성공적으로 개발을 완료하고 양산 배치함으로써 대잠 전력의 핵심인 경어뢰와 중어뢰를 국내 독자 개발하는 반열에 오르게 됐다.

충돌 위험, 분실... 아찔했던 순간들

1990년 국내 최초 수중 유도무기인 백상어 개발을 시작하면서 어뢰의 주 구조물인 몸체 개발에서 여러 가지 어려움이 있었다. 어뢰의 몸체 구조는 원통형 외압 구조물로 수중의 높은 압력에 견뎌야 하며 수밀 및 경량화가 요구된다. 이에 따라 어뢰의 몸체는 가벼우면서도 물성치가 뛰어난 알루미늄 합금을 주로 사용한다. 백상어 개발 초기에는 국내에서 원통형의 알루미늄 합금 소재가 생산되지 않아 판재를 원통형으로 성형하고 용접해 제작했다. 하지만 제조업체의 알루미늄 용접기술이 부족한데다 소재의 불균일한 물성치 때문에 압력 시험에서 누수는 물론 용접접합부가 파열되거나 소성변형이 발생했다. 또한 성형된 소재는 시간이 지남에 따라 변형이 발생하기도 했다. 이런 문제가 발생한 이후 미국의 유명 알루미늄 소재 제조업체로부터 원통형

알루미늄 소재의 도입을 시도했지만, 수출제한품목으로 분류되어 있어 해군함정의 배관용으로 단 1회만 도입할 수 있었다. 다행히 이 무렵 백상어 몸체의 외경과 유사한 원통형 압축재를 제작하기 위해 국내 한 업체가 해외로부터 중공의 대형 압축성형기를 도입했고, 해당 업체가 백상어 몸체 소재의 제작에 참여함으로써 고가의 장비를 다양하게 운용할 수 있게 됐다. 덕분에 연구소는 국내에서도 고압에 견디는 양질의 원통형 알루미늄 압축소재를 구할 수 있게 됐고, 이후의 어뢰 개발 사업에도 활용할 수 있었다.



발사되는
백상어

이후 연구소는 몇 차례 시제품을 개발하면서 백상어 연습 어뢰의 해상발사시험을 실시했다. 한 번은 주행 제어 기능에 문제가 생겨 어뢰가 수면으로 튀어 오르는 일이 발생했다. 수면으로 부상한 어뢰는 주행을 멈추지 않고 자체 통제가 되지 않은 상태로 제멋대로 잠수부상을 반복적으로 주행했다. 당시 시험선에서 상황을 지켜보던 연구원들은 어뢰 뒤를 계속 따라 가며 주변 상황을 확인했다. 어뢰가 주행하고 있는 선상에는 소형 어선 한 척이 고기잡이를 하고 있었다. 시험선에서 긴급히 대피하라고 방송했지만 어선은 영문을 모른 채 가만히 있었다. 다행히 어뢰는 어선을 비껴갔고, 약 1시간을 주행하고서는 일본과 우리나라의 EEZ(Exclusive Economic Zone) 경계선 부근에서 추진전지의 방전으로 주행을 멈췄다. 그러나 순간 백상어는 시야에서 사라져 버렸다. 멈춰선 주변 해역을 샅샅이 찾아보았지만 소용없었다. 어뢰가 약 1시간가량 잠수주행과 수상주행을 반복하면서 몸체와 축계의 수밀구조가 파괴돼 바다 속으로 가라앉은 것으로 추측됐다. 수색에 동원된 해군 함정 2척은 귀항시키고, 연구소 시험선만 기적같은 순간을 기다리고 있었다. 상황을 지켜보던 연구원들 모두가 지쳐버리고 어둠이 밀려오는 시간 즈음, 시험선 가까이로 지나가던 어선이 어뢰같은 물체를 보았다고 신고를 해왔고 시험선은 해당 해역으로 이동해 바로 어뢰를 회수했다. 자세히 살펴보니 수밀구조가 파괴되어 침몰한 것이 아니고, 수평타가 잠항위치로 고착돼 계속 잠수해 바다 속 갯벌에 박혀 있다가 추진력이 없어지고 일정시간이 지나면서 양성부력이 갯벌에 박힌 힘보다 커지면서 자연적으로 부상하게 된 것이었다. 연구원들은 어선과의 충돌을 피하고 잃어버린 어뢰도 다시 찾아 안도의 한숨을 내쉬었지만, 오랜 시간이 지난 지금도 그 때를 생각하면 아찔한 기분을 지울 수 없다. 📍

백상어 · 청상어를 소개합니다

백상어는 잠수함에 탑재해 수상함과 잠수함을 공격하는 어뢰다. 백상어는 최고속력이 35노트로 표면적으로 나타나는 제원과 성능은 선진국의 첨단 어뢰에 미치지 못한다. 하지만 해군 무기체계 국내 개발의 중점 사업이었던 백상어 개발은 SBD(Simulation Based Design)와 HILS 기법을 적용한 설계와 성능예측 및 시험평가에 이르기까지 디지털 기술이 적용됐으며, 분야별 설계 소프트웨어가 체계적으로 확보돼 추후 어뢰와 유사무기체계 개발 시 설계도구로 활용할 수 있게 됐다. 백상어 개발 시 확보한 디지털 설계 및 HILS 검증용 설계를 위한 설계도구들은 최첨단 성능의 청상어 체계와 차기 중어뢰 체계 개발의 설계도구로 활용됐다.

청상어는 수상함 및 항공기에서 운용되는 잠수함 공격용 경어뢰다. 고성능의 음향탐지기를 갖고 있으며, 에너지 전방으로 집중되는 지향성 탄두에 의해 1.5m의 철판을 관통할 수 있다. 알루미늄 산화는 해수전지와 고회전 직류전동기 및 펌프제트 추진기가 적용돼 45노트 이상의 고속 주행이 가능하다. 청상어는 추진, 탐지 및 추적, 탄두위력 측면에서 매우 우수한 성능을 가지고 있는 최신 무기다. 백상어 선행개발을 통해 SBD를 위한 설계도구와 어뢰개발에 대한 자신감을 확보한 연구팀은 세계 최고 수준의 경어뢰 사양의 어뢰를 개발하기로 결정했다. 첨단인 신형 잠수함을 대상 표적으로 가정해 수상함정 및 항공기에서 연동 발사가 가능하고 직선탐색 또는 원형탐색을 선택해 능·수동 음향탐지방식으로 표적을 탐지한 후 최종적으로 표적함의 이중선체를 관통해 침몰시키는 능력이 요구됐다. 이와 같은 요구사항을 만족시키기 위해 빔 스티어링 음향탐지방식, 지향성 탄두, 전자신관, 관성항법, 알루미늄 산화은전지, 브러시리스 직류(BLDC, Brushless DC) 전동기 및 싱글로터 펌프제트를 적용함으로써 선진국의 첨단 어뢰와 동등 수준의 개발사양이 결정됐다. 그러나 1990년 1월부터 1994년 12월까지 실시한 백상어 선행개발이 끝나고, 1995년 1월부터 1998년 6월까지 백상어 실용개발이 진행되는 시점에서 1995년부터 2001년까지 청상어 체계개발이 시작돼 개발 기간이 겹치게 됐다. 인력 추가 없이 기존 인력으로 두 가지 사업을 동시 수행함에 따라 시험 평가 과정에서 많은 어려움이 있었다. 특히 항공기 발사 시 입수자세에 따른 충격과 해수 유입 및 가스 배출 문제는 전문 분야 검토와 실험을 통해 수많은 시행착오를 해결한 후 설계를 보완함으로써 더욱 견실한 체계를 정립할 수 있었다. 초도양산 이후에 발생된 명중률 불만족 문제의 해결방안으로 홍상어용으로 개발된 리튬폴리머 전지를 적용 평가해 기 규격화 된 알루미늄 산화은 전지와 두 가지 전지가 선택 적용 가능하도록 규격이 이원화 됐다. 청상어는 백상어와 함께 연구소가 선정한 10대 무기체계에 선정되기도 했다.



Chapter 14

빠르고 강력한 말벌의 힘 '노봉'

- 간첩선을 위협할 국내개발 함포
- 냉탕과 온탕 사이, 굴곡의 여정



간첩선을 위협하는 국내개발 함포

함포 분야의 국내 연구개발 사업은 1970년대 해군의 고속정(PK정)에 탑재된 20mm 쌍열함포 MK56 MOD3의 구동장치 개발 사업을 시작으로 1980년대 20mm 발칸포 함정화 사업, 40mm L/60 쌍열 함포 체계개발사업 그리고 40mm L/70 단열 및 쌍열 함포 체계개발 사업 등이 단계적으로 수행됐다. 80년대 초 우리 해군의 최대 위협은 연안으로 침입하는 간첩선이었다. 하지만, 당시 해군 함정에 탑재된 무장 및 장비는 대부분 미국에서 들어온 노후화된 군원품을 정비한 것들이 대부분이었다. 이러한 구형 함정과 함포만으로 간첩선을 잡는 것은 매우 어려운 일이었다. 작고 기동성이 좋은 간첩선은 파도를 따라 계속 이동하는데 우리 함정은 제대로 된 사격통제 장치조차 없어 사수가 수동으로 표적을 조준해야 했기 때문이다. 당시 국내의 함포 개발 수준은 중구경 함포의 구동장치 및 포탑을 설계하거나, 육상용 발칸포를 함정용으로 개량하는 정도였다. 지금은 퇴역한 울산함(호위급)과 백구(유도탄 고속함)부터 건조된 전투함에는 사격통제장치에 해외 도입한 76mm 및 30mm포를 장착했고, 운용 중이던 군원 전투함 및 지원함에 장착하기 위해 40mm/L60쌍열 함포 체계의 개발 사업을 병행했다. 안타깝게도 개량한 40mm마저도 북한이 보유한 소형 함정에 대응하기에는 사거리가 짧고, 명중률도 낮으며, 자주 고장이 나는 등 문제점이 많았다. 하지만 이러한 개량 사업은 추후 국내 함포 개발에 있어 든든한 초석이 되었다.

80년대 중반부터, 군원 함정의 도태를 대비한 대대적인 해군 전력 증강사업의 일환으로 새로운 호위함(FF)과 초계함(PCC), 중형고속정(PKM) 등의 국산 함정이 건조됐다. 함포는 당시 최고 기술을 적용한 이탈리아 Breda사의 40mm/L70 쌍열 함포를 도입해 운용했다. 하지만 국내에서도 선진화된 함포 개발의 필요성이 제기되자 해외도입과 국내개발이 동시에 검토되기 시작했다.

우수한 선진국 함포체계를 도입하여 운용할 수 있는 상황에서 함포 개량 및 정비 수준에 있던 국내 기술력으로 사업계획을 승인받기는 쉽지 않았다. 하지만 국내 개발 장비가 추후 정비 및 후속 군수지원 등이 용이하다는 장점은 많은 이들의 고개를 끄덕이게 했다.

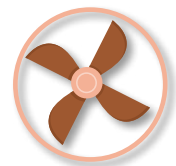
1988년 7월 최초 선행 개발 당시 해군은 사수가 함포 안에서 포를 작동시킬 수 있는 40mm 단열함포와 사수 없이 사격통제장치로 원격 운용되는 40mm 쌍열 함포를 동시에 개발할 것을 요구했다. 그러나 선행개발 과정에서 40mm 단열함포 개발은 중형고속정의 전력화시기를 충족할 수 없어 해외 도입 후 전력화 하는 것으로 획득 정책이 바뀌었고, 연구소는 40mm 쌍열 함포 노봉만을 실용개발하게 됐다. 국내 고유 모델인 노봉은 1988년 7월에 착수해 1993년 12월에 개발 완료했으며 1995년 초도 양산을 시작했다. 연구소는 순수 국내 기술로 노봉의 체계설계에서부터 시험평가까지를 독자적으로 수행했다. 이러한 노봉의 체계개발 경험과 기술은 1993년 착수된 어뢰음향대항체계(TACM)의 기만기 발사대 개발에도 적용됐으며, 2000년 이후에도 전투함 부포와 지원함 주포를 지원함으로써 지속적으로 전력화되고 있다. 또한 통제기술을 활용한 표적정보처리 자동화장치 응용 및 시험개발과도 연결돼 국내 함정전투체계의 개발 기반 조성에 크게 기여했다.

냉탕과 온탕 사이, 굴곡의 여정

노봉은 현재 해군 함정에 탑재되어 다양한 해상작전에서 그 임무를 다하고 있다. 이렇게 되기까지 개발과정에서는 숏한 어려움이 있었지만, 무엇보다 120여발 최대 지속 발사시험은 연구원들에게 시뻘겋게 포열을 달 귀 금방 포열이 녹아버리거나 포열 내에서 탄약이 폭발해버릴 것 같은 공포의 장면으로 기억된다. 또한 최대 고각발사각인 85도에 맞춰 연속 발사할 때면 수직으로 올라간 탄알이 함포 주변으로 떨어지는 것 같은 착각에 주변 시험요원들이 대피하는 일도 다반사였다. 실제로 연구원들은 개발 중 있었던 사건사고와 많은 고민들로 수백, 수천 번은 냉탕과 온탕을 오가야했다. 보습비가 내리던 안흥 종합 시험장, 연구원들은 오후에 계획된 탄착군 정확도 시험을 종료할 목적으로 대형 표적을 3/4톤 트럭에 반출로 예인했다. 그런데 표적을 밀어 세우는 순간, 트럭 바퀴가 순식간에 미끄러졌다. 하마터면 다수의 사람들이 압사될 뻔 했던 아찔한 순간이었다. 한 번은 밤늦게 시험을 마치고 속도로 이동하던 중 제일 선두에 가던 업체 차량이 1.5m 깊이의 논두렁에 전복된 일도 있다. 연구원들은 직접 구조 작업을 펼쳐야 했다.

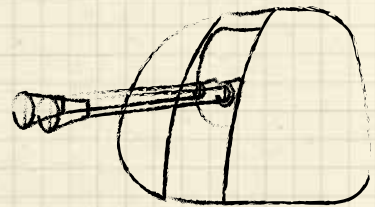
1994년 노봉의 체계 시험평가 결과는 조건부 양산 결정이었다. 그 조건이라는 것은 2대로 구성된 함포 침투전력 공급 장치의 크기를 축소해 1대로 통합하라는 것이었다. 이를 위해서는 무엇보다 함포의 구동 부하를 감소시켜야만 했다. 비선형성을 가지고 있는 구동부하의 정확한 분석을 위해 연구원들은 시험장에서 매서운 추위와 싸워가며 시험을 반복, 또 반복해야 했다. 그리고 마침내 시험 데이터의 신뢰성을 확인할 수 있다고 판단되었을 때 다음과 같은 결론을 내렸다. 감속기 설계를 부분적으로 변경하여 구동부하를 감소시키고, 모터는 현재보다 부하 20% 증가 및 RPM을 10% 증가하여 운용할 수 있다면, 지금 2대로 운용되는 전동기는 1대로 운용이 가능하다는 것이었다. 이렇게 되면 침투전력 공급 장치를 소형화해 1대로 운용할 수도 있다는 것이다. 이후 초도 양산품에 소형화된 1대의 침투전력 공급 장치가 탑재됐는데, 당시 운용중인 모터가 타버리는 아찔한 사고가 발생하고 말았다. 다행히 이후 원인이 납품 모터 불량인 것으로 밝혀져 모터 제작사에서 결함이 있는 부분을 보완해 문제가 해결됐지만 이 일로 개발에 참여한 연구원들은 양산 모델에 적용할 부품의 설계변경이 얼마나 중요한 일인지 깨닫게 됐다.

노봉의 포신장치를 담당한 연구원들은 최대 지속 발사능력을 검증하기 위한 실제 포열장치를 별도 제작했다. 사격의 신뢰도와 내구성을 검증하기 위해서였다. 그러나 연구소 내 화력시험장에서 원거리 탄도계측장비(NIDAR)를 동원해 실측 결과를 얻고, 이를 종합 분석해 사격 시 풍향 및 풍속 등 환경요소까지 고려한 후 데이터베이스화 하는 작업은 꽤 많은 시간이 소요되는 작업이었다. 이러한 원천기술은 선진국에서 쉽게 이전하지 않는 기술이었다. 때문에 운용자가 쉽게 이해하도록 탄도 표와 그래프 결과를 산출하기 위해서는 어쩔 수 없이 시뮬레이션 결과를 보정하기 위한 사격실험에 막대한 시간과 노력, 비용을 부담해야 했다. 하지만 이렇게 많은 고민과 어려움을 딛고 사실상 국내에서 처음으로 해군무기체계 개발 사업이라 볼 수 있는 노봉을 성공적으로 개발한 것은 해군 운용자들에게 국산 무기체계에 대한 신뢰를 싹틔우는 큰 계기가 됐다. 🙏



노봉을 소개합니다

40mm/L70 중구경 함포는 벌침처럼 강력한 타격때문에 적이 두려워하는 존재라는 의미에서 '노봉'이라 명명했다. 장수말벌 노봉(露蜂, 학명 *Vespa*)은 말벌과에 속하는 곤충으로 아시아에 서식하는 말벌 중 가장 큰 말벌이다. 독성과 공격력이 강해서 벌뿐만 아니라 일부 동물들도 두려워하는 곤충이며, 여러 번 벌침을 쏘아도 죽지 않는다. 노봉은 호위함이나 초계함, 고속정에 탑재되어 사격통제장치와 연동 및 원격 조종 통제된다. 고속 발사가 가능하며 높은 기동성을 보유해 근거리에서 공격하는 전투기 대응과 대함 공격이 가능하며 함포로의 능력은 물론 제한적인 근접방어 무기로써의 역할도 수행할 수 있다. 유효 사거리는 대공 4km, 대함 6km이며, 연구소에서 개발 적용한 탄도계산기법을 통해 높은 명중률을 자랑한다. 탄도계산기법이란 탄이 포구를 출발해 공기 속을 통과하여 표적까지 날아가는 탄 궤적을 연구하는 분야 중 하나다. 도플러 계측장비, PRODAS 소프트웨어 등을 이용해 탄의 물리적 특성 값인 공력 계수를 추출하고, 사거리 계측장비(NIDIR)를 동원해 탄착점(사거리, 편의, 비과시간)결과를 획득한다. 탄도계산기법은 공력계수, 탄착점 자료 등을 NATO 표준 탄도 방정식과 관련하여 각종 사격제원을 산출하는 것이다. 사격제원은 탄을 발사하는 함포 각도, 표적 사거리, 비행시간, 최대 탄고도, 탄착 분산도 등이다. 중구경 쌍열 함포는 급탄, 발사와 구동을 수행하는 포탑, 함포 제어장치 및 부수장비로 함정의 제한된 전원 공급력을 확대하는 회전변환기 등으로 구성돼 있다. 분당 620발(310발/포신당)을 발사하며 수상 및 지상 표적, 공중 표적에 대응할 수 있다. 상비탄 약으로 약 760발의 탄약이 적재되어있어 탄약의 재공급 없이 10회 이상 교전이 가능하다. 또한 제어장치 중 함포를 통제하는 부분을 최신 전자기술을 적용하여 음속의 2배속도로 공격해오는 표적도 대응할 수 있다. 해군은 노봉을 해외에서 도입한 장비보다 성능이나 내고장성 측면에서 더욱 우수한 장비라고 평가하고 있다.



Chapter 15

대잠능력 향상 일등공신 '예인음탐기체계'

- 절대적인 열세에 있었던 대잠능력
- 여관 옥상에서 몰래 '뱀장어 수술'
- 포항에서 울릉도까지... 장거리 탐지의 애환



절대적인 열세에 있었던 대잠능력

북한은 비대칭 전력으로 잠수함과 잠수정 전력의 중요성을 강조했으며 중국으로부터 잠수함을 도입하고 매년 자체 기술로 소형 잠수정을 건조한 결과 수 십 척의 잠수함 및 잠수정을 보유하고 있었다. 당시 우리나라는 88 서울올림픽 유치를 계기로 북한 잠수함과 잠수정을 통한 특수 공작요원 침투나 주요항만 및 해상교통로 봉쇄에 대비한 대잠전력 증강이 요구됐다. 1980년대 말에서 1990년대 초까지만 해도 한반도 주변에서의 한국 해군 수상함의 대잠수함전은 선체고정형 능동소나(HMS)에 의존할 수밖에 없었다. 항공기용 소나인 소노부이의 지원을 받는다 해도 동해 수온분포의 복잡성으로 인해 대잠작전은 잠수함에 비해 절대적인 열세에 있었다. 당시 미국의 경우 AN/SQR-19로 명명된 예인음탐기체계(TASS)를 운용하면서 수온 구조상 탐지가 양호한 깊이에 센서를 예인할 경우 북한의 잠수함을 수십 Km 이상 탐지할 수 있다고 알려져 있었다. 이에 따라 당시 기획 중이던 한국형 구축함에 이 시스템을 탑재할 필요성이 제기됐으나, 보안상 취약 지역으로 분류된 우리나라에는 판매가 금지됐다. 이와 같은 상황에서 국내에서 진행된 선배열 기술 관련 기초연구 결과가 긍정적으로 나타났다. 당시 연구소는 항만감시체계 기초연구를 통해 소노부이와 같이 단일 센서로는 잠수함을 탐지하는 것이 제한적이라는 결론을 얻은 후 다중채널로 배열이득을 얻을 수 있는 광대역 선배열 센서 기술을 연구하고 있었다.

선배열 센서 기술은 1980년대 후반 수상함용 예인형 선배열 소나 핵심 기술의 응용연구로 발전했다. 이러한 지속적 연구를 통해 선배열 소나가 비교적 소음이 높은 잠수함이나 소형 잠수정을 장거리에서 탐지하는데 효과적인 장비임을 확인했다.

수중음향 탐지기술 연구 중 1989년 실험세트의 성공적인 해상실험이 있은 후 1990년 해군의 KDX 소요와 예인음탐기체계의 필요성이 맞물리게 됐고 1991년 11월 해군은 국내개발을 전제로 한 소요를 제기했다.

우리 해군은 1970년대까지 미국에서 퇴역한 구형 함정을 도입했고 함정에 탑재된 미국 소나를 운용했다. 국내 소나기술은 연구소에서 대잠전 관련 연구를 시작한 1980년대 초 전까지는 함정에 탑재된 국외 소나를 정비하는 수준이었다. 국내 기술로 한국형 호위함을 건조하던 1980년대부터 1990년대까지는 외국에서 도입한 선체 고정형 능동소나를 탑재해 대잠작전을 수행했다. 1980년대 초 국내 소나 연구개발 능력은 소노부이를 해외 기술협력으로 조립 생산하고 부이형으로 개조한 소노부이를 항만감시 체계로 적용 가능할지를 연구하는 수준이었다. 1980년대 후반 연구소는 선배열 센서 핵심기술을 개발하는 것을 목표로 본격적인 연구를 수행했다. 이때 길이 100m 규모의 실험용 선배열 센서와 디지털 신호처리장치를 제작했으며, 해상실험을 통해 장거리에서의 잠수함 탐지를 확인했다. 해군은 1990년대 한국형 구축함 KDX 건조사업을 계획하면서 북한 잠수함을 효과적으로 탐지할 수 있는 예인형 선배열소나인 TACTAS (Tactical Towed Array Sensor)를 탑재하기로 결정했다. 이것은 당시 연구소에서 응용연구 단계로 개발하고 있던 선배열 예인소나 기술을 기반으로 KDX에 탑재하려는 복안으로 잠수함을 은밀하게 탐지 및 추적, 식별하는 수상함용 선배열 예인음탐기체계를 국내 독자 모델로 개발하는 것이었다. 선배열 예인음탐기 SQR-220K는 구축함에 탑재

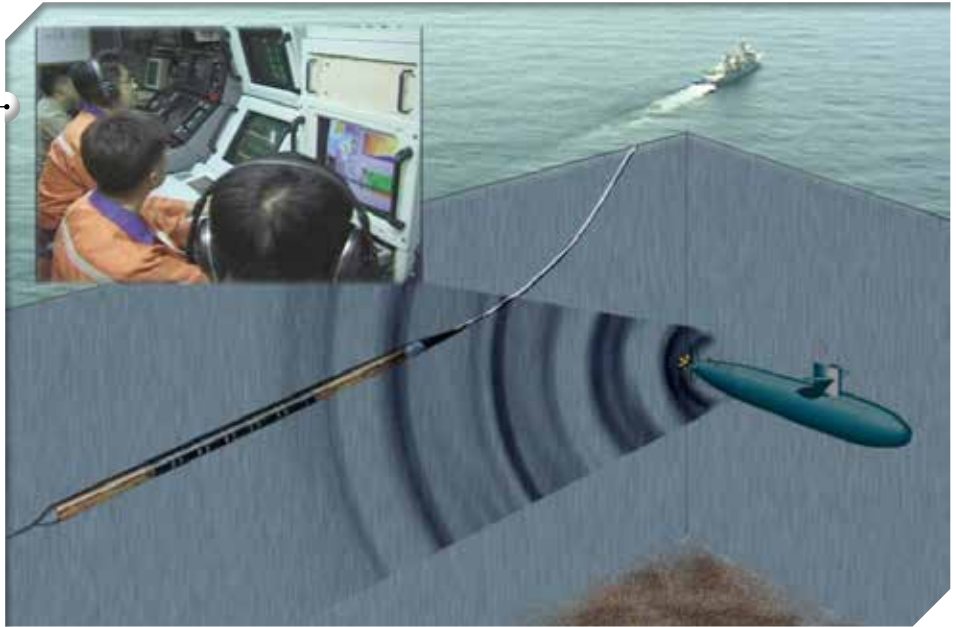
하는 전술형 예인소나로 선행개발과 실용개발 단계를 거쳐 1999년 개발을 완료했다. 예인음탐기는 잠수함을 원거리에서 탐지하고 적 잠수함이 발사한 어뢰를 탐지해 기만기로 대항하면서 적시에 회피 기동할 수 있는 어뢰 자동경보 능력을 보유했다. 선행개발은 1993년 10월에 착수해 1995년 12월 말까지 정부주도 사업으로 수행됐다. 선행개발 결과 군 작전운용요구 성능은 만족하나 잠수함 정속화 추세를 고려해 탐지 성능 목표를 향상시킬 필요성이 제기됐다. 이에 따라 실용개발 단계는 선배열센서 채널수를 1.5배 증가시키고 대잠 로켓을 효과적으로 운용할 수 있는 탐지거리를 확보하는 것을 목표로 설정했다. 실용개발은 1996년에 착수해 1999년 12월 성공적으로 완료함으로써 KDX 1번함에 탑재하고 전력화했다. 이후 예인음탐기체계는 한국형 구축함에 차례로 양산돼 운용되고 있으며 차기호위함 FFX-II에 탑재를 목표로 성능개량 사업이 진행되고 있다. 구축함용 전술형 예인음탐기 연구개발 능력을 기반으로 연구소는 이동형 수중조기경보체계인 SURTASS급 저주파 예인음탐기도 개발해 함정 탑재 후 운용 중에 있다.

여관 옥상에서 몰래 ‘뱀장어 수술’

1990년대 예인음탐기 체계개발이 착수되기 이전까지 선행연구 과정에서는 국내에서 예인형 선배열 센서부를 제작할 수 있는 업체가 없었다. 따라서 설계는 물론 재료 구입부터 제작과 시험에 이르기까지 모든 일을 연구원들이 손수 작업해야 했다. 연구원들은 센서 엘리먼트를 선정해 확보하고 이를 보호하기 위한 기구부와 센서 엘리먼트로부터 수신되는 신호를 잡음없이 증폭시키는 전처리증폭기 등을 제작해 하나의 묶음으로 조립했다. 이후 이 묶음을 신호케이블로 계속 연결해 센서부 채널들을 확장해나갔다. 그리고 이를 폴리우레탄 호스 속에 넣고 기름을 채워 밀봉함으로써 바다 속에서 시험할 수 있는 센서부로 탄생시켰다. 당시 연구원들이 열악한 실험실에서 직접 제작을 하다 보니 막상 해상에서 시험을 하는 도중에는 고장이 발생하기도 했다. 그 중에서도 가장 곤혹스러운 고장은 호스 내부의 신호선이 끊어지는 것이었다. 통상적으로 동해 외해에서 시험을 하다 이런 고장이 발생하면 시스템 전체를 일단 속으로 옮기고 밤이 되도록 기다려야만 했다. 여관을 오가는 일반인들에게 공개할 수 없는 보안 문제 때문이었다. 센서부 길이가 길기 때문에 아무 곳에서나 점검할 수도 없어 여관 옥상 정도는 돼야 했다. 날이 어두워지기를 기다렸다가 톤 단위를 넘어가는 무거운 시스템을 좁은 여관 통로를 통해 옥상까지 옮기는 과정은 너무나 험난했다. 누가 보면 안 된다는 생각에 연구원들은 옥상에 전등 하나 켜지 못하고 손전등으로 비춰가며 호스 일부를 가리고 센서들과 신호선들을 꺼내 하나씩 점검했다. 모든 센서들을 일일이 체크하기에는 하루 밤이 너무나 짧아 연구원들 모두가 일사분란하게 움직였다. 끊어진 부분들을 찾아 연결하고 신호상태를 확인 한 후 다시 호스 속에 넣고 역으로 조립하는 일련의 과정은 마치 의사가 수술하는 과정과 비슷했다. 그래서 이 과정을 두고 ‘뱀장어 수술’이라 부르기도 했다. 밤을 꼬박 새워 뱀장어 수술을 성공적으로 마치면 기뻐하는 것도 잠시였다. 눈을 붙일 틈도 없이 그 무거운 시스템을 여관 옥상에서 다시 아래로 끄내며 옮기고 망망대해로 나가 멀미와 싸우며 해상시험에 임했다. 하지만 당시 연구원들은 반드시 우리 손으로 예인음탐기를 개발하고야 말겠다는 의지로 뚝뚝 뭉쳐 있었다.



예인음탐기체계의
해상 시험 장면



예인음탐기체계는 탐지성능이 해양 환경에 따라 크게 변하는 대표적인 무기체계다. 따라서 설계뿐만 아니라 시험평가 단계에서도 해양 환경을 고려해 탐지성능을 분석해야 한다. 이 때문에 연구팀은 매 해상 시험평가 때마다 항상 3번의 음탐성능분석을 수행해야 했다. 시험 전에는 계획 수립을 위해, 시험 중 선상에서는 결과 해석을 위해, 시험 후에는 교훈과 향후 계획 수립을 위해서였다. 해양 환경(음속구조)에 따라 음파에너지는 뭉치기도하고 거의 도달하지 않기도 한다.

하지만 당시만 해도 시험에 참가한 대부분의 연구원들이 물속에서 음파가 다니는 길이 따로 존재하고 그 길 을 결정하는 것이 음속구조란 사실을 알지 못했다. 그래서 예인음탐기체계가 표적에서 가까울수록 잘 탐지하는 것으로 오해하기도 했다. 하지만 2~3회 시험 후부터 음파 에너지가 뭉치는 수렴구역과 거의 도달하지 않는 음영구역을 잘 이해하게 됐고, 그 이후엔 시험 시간을 줄이기 위해 해양 환경을 고려한 음탐분석 결과를 바탕으로 수렴구역만 찾아가 표적신호 탐지여부를 확인했다.

포항에서 울릉도까지... 장거리 탐지의 애환

수많은 실패와 수정 보완을 거듭하던 예인음탐기는 사업 종료 1년을 앞두고 점차 안정화됐고 완성도 또한 높아 지고 있었다. 부체계 단위의 검증과 성능 시험을 수행하고 난 후 체계통합 성능시험평가의 시기가 다가오고 있었다. 동해에서 깊이 잠항하는 잠수함을 얼마나 먼 거리에서 탐지할 수 있는지가 관건이었다. 이는 체계개발에

참여한 군과 개발자들의 가장 큰 관심사이기도 했다. 연구실에서의 모델링 시뮬레이션 및 육상에서 시험 장비를 이용한 장비 성능시험으로는 개발 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단됐다. 하지만 해상에서는 음파전달 환경의 변수가 복잡해 탐지성능을 정확하게 예측하기는 어려웠다.

1998년 9월 14일 운명의 시간은 다가왔다. 연구팀은 시험선에 예인음탐기 개발 시제품을 탑재해 포항 해군부두에서 일출 전 출항했다. 시험선은 당시 국내 최초로 연구소가 설계하고 현대중공업이 건조한 쌍동선으로 함 크기는 325톤으로 비교적 작지만 내파성이 우수하고 시험장비 탑재공간이 넓어 예인음탐기체계 장비를 탑재해 시험하기에 아주 적합했다. 예인음탐기체계 예인센서와 원치가 꽤 무거운데다 함상 전자캐비닛이 설치된 컨테이너를 탑재하느라 배는 자꾸 가라앉았다. 이 때문에 함 평형을 맞추느라 기관장이 애를 먹었다. 일출 전부터 일몰까지 조그만 시험선에 시험장비와 수십 명의 시험인원을 싣고 포항에서 울릉도까지 운항하며 시험하는 것은 꽤나 위험한 과정이었다. 잠수함 신호를 모사할 수 있는 예인표적 Sound-Trek II은 부경대학교 시험선에 탑재했다. 그리고는 포항 연안에서 북쪽으로 이동시키면서 모의 표적을 잠수함 잠항 깊이로 예인했다.

시험 해역에 도착한 연구팀은 선진호에서 예인음탐기체계 센서를 바다로 내려 센서 신호가 정상적으로 수신되는 것을 확인한 후 시험을 시작했다. 음파탐지 환경 분석 전문가의 권고로 센서 심도를 150m로 예인하고, 시험선은 북동 침로로 울릉도를 향해 이동하면서 표적을 탐지했다.

근거리 표적탐지 상태가 양호해 어느 정도 자신감을 얻은 연구원들은 음파탐지 환경을 분석해가면서 음수렴구역을 찾아 신속하게 기동하다가 음수렴구역에 도착하면 저속으로 탐지하는 스프린트 앤 드리프트(Sprint and Drift) 방식으로 탐지거리를 측정했다. 표적신호는 강해졌다가 약해졌다가를 반복했다. 두 번째 음수렴구역인 50km에서 표적탐지가 가능한 것을 확인한 연구원들은 긴장을 풀고 최대 탐지거리를 찾아 울릉도로 향했다. 해가 질 무렵 표적이 74km 탐지되었을 때, 시험책임자는 울릉도 근해라 더 이상 시험이 곤란하다며 시험 종단을 결정했고 아쉬운 마음으로 수중센서를 인양했다. 하지만 이는 국내 최초로 잠수함을 원거리에서 탐지할 수 있다는 사실을 확인한 역사적인 사건이었다. 시험 장비를 정리하고 컨테이너 실험실 문을 나온 연구원들의 눈앞에 나타난 울릉도의 성인봉은 그날따라 유난히 아름답게 느껴졌다. 실용개발 운용시험평가를 앞두고 연구소 자체 해상시험 평가인 엔지니어링 테스트(Engineering Test)를 성공적으로 완수하던 날, 울릉도의 밤은 부듯가 노점에서 할머니들이 썰어 준 횡감을 안주로 기울이던 시험팀원들의 소주잔과 함께 깊어가고 있었다. 🍷

예인음탐기체계를 소개합니다

예인음탐기체계는 한국형 구축함(KDX-I)에 탑재돼 수중세력을 원거리에서 탐지, 식별 추적하고 대잠작전을 효과적으로 수행하는 이동형 수중 조기경보체계다. 장비 구성은 크게 센서부, 예인부, 신호처리부 및 전술자료처리부로 나뉘며 잠수함 탐색 속력 범위에서 최대 1800m의 케이블로 수심 300m 아래까지 선배열 센서를 예인할 수 있다. 이로부터 수중표적이 방사하는 소음을 대역별로 탐지, 추적 및 식별 등을 병행할 수 있고, 실시간 환경 분석과 성능예측이 가능하기 때문에 최적 탐지수심으로 예인해 잠수함 천국인 동해에서 장거리 잠수함 탐지가 가능하다. 또한 표적 방위추적 정보를 이용한 표적기동분석(TMA) 기능을 갖췄으며 개발 중인 어뢰 음향대항체계(TACM)와 직접 연동해 어뢰 경보기 역할 또한 가능하다. 이를 통해 대잠전 분야에 대한 독립적 운용은 물론 전투체계 버스를 통한 체계연동도 가능해졌다.

예인음탐기 KAN/SQR-220K는 미국의 TACTAS와 동등 이상의 성능을 갖추고 있다. 주요 핵심부품은 국내 독자기술로 설계 제작됐으며 천해인 서남해와 심해인 동해가 공존하는 우리나라 해역의 대잠환경에서 최적 운용이 가능하도록 개발됐다. 서해에서는 수심이 얕아 중량케이블을 길게 내릴 수가 없기 때문에 300m 경량케이블을 적용해 예인함의 방사소음이 예인음탐기체계 센서에 미치는 간섭을 최소화시켜 센서심도 30m에서도 운용이 가능하다. 또한 정밀 주파수 분석 능력이 뛰어나 어선의 어로활동이 빈번해 수중 배경소음이 높은 대잠환경에서도 미세한 잠수함 소음을 탐지할 수 있다. 잠수함이 정속화되면서 탐지가 어려워지는 추세를 극복하고자 어뢰공격 시 어뢰발사 순간소음을 자동 탐지해 경보하는 순간소음 탐지기능을 탑재해 어뢰 조기경보 성능도 우수하다. 예인음탐기체계는 어뢰자동경보 기능을 강화해 개발됐다. 어뢰 추진기에서 발생하는 특유의 소음 스펙트럼 패턴을 인식해 자동 경보함으로써 음향 기만기를 함 주변에 살포해 어뢰를 기만하고, 자함은 긴급 회피 기동을 할 수 있게 만들어 함의 생존성을 극대화했다. 특히 예인음탐기체계의 저주파수 탐지능력은 최신의 스텔스 어뢰추진기 소음도 탐지해 실제 해상훈련에서 탁월한 성능이 입증됐다.

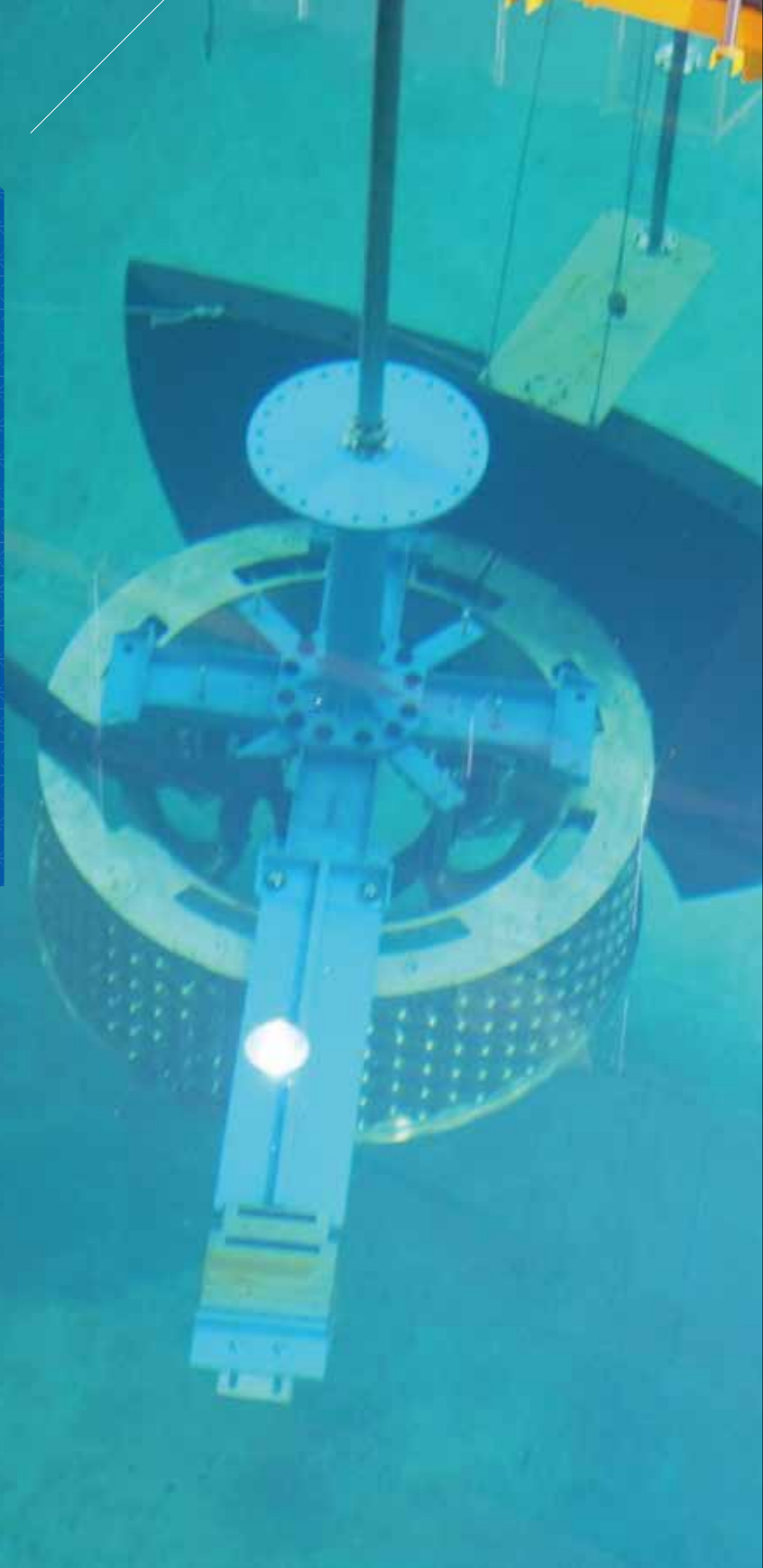
다. 국내 최초로 개발된 예인음탐기 기술을 기반으로 항만감시체계와 이동형 수중조기경보 체계인 저주파 예인음탐기를 국내 독자기술로 개발하게 됐다. 또한 차기호위함 선저고정형 능동소나 및 차기잠수함 소나체계를 성공적으로 개발하는 등 우리나라의 소나기술 발전의 초석이 됐다.



Chapter 16

귀신같은 수중 탐지 '음향센서'

- 모방개발에서 국내 독자개발로 '경충'
- 모든 것이 생소했던 그 때 그 시절



모방개발에서 국내 독자개발로 ‘깡충’

선진국에서는 1차 대전과 2차 대전을 겪으면서 해상의 위협세력으로 등장했던 U-보트와 잠수함을 탐지하기 위한 수단으로 소나기술을 이용하기 시작했으며 다양한 종류의 소나체계와 음향센서 개발해왔다. 그러나 우리나라는 30년 정도 뒤쳐진 상황에서 군에서 도입 운용 중인 무기체계를 대체하기 위해 연구소를 중심으로 산·학·연과 함께 모방개발을 진행해왔다. 그나마 다행인 점은 연구소의 제조기술로 음향센서의 핵심 소재인 압전세라믹(PZT)이 개발된 후 업체로 기술이 이전되고 생산됨에 따라 각종 국내개발 소나체계 개발에 필요한 음향센서의 국내 개발이 가능하게 됐다는 점이다.

1970년대 중반까지 우리나라는 소나용 음향센서를 포함해 각종 수중무기체계를 전량 수입하고 있었다. 1976년 진해 연구소가 창설되고 나서야 바륨계열(BaTiO₃) 및 세라믹계열(PZT) 소재의 압전재료 제조기술 개발에 성공했고, 이를 통해 다양한 종류의 음향센서를 국내 독자 개발할 수 있는 발판을 마련했다. 1980년대 초반 해군은 대잠전용 구축함 소나를 운용하고 있었다. 그런데 장착된 음향센서(TR-208) 전량을 대미 구매에 의존하고 있다 보니 노후화돼 교체가 필요한 시점에도 수입 지연, 가격 불안정 등으로 적시조달이 어려운 상황이었다. 이에 따라 대잠작전에 차질이 발생하면서 음향센서의 국내개발을 서두르게 됐다.

연구소는 1984년부터 약 3년간에 걸쳐 UQS-1D 소해함 트랜스듀서 개발에 성공한 자신감을 바탕으로 구축함 소나용 트랜스듀서(TR-208)를 역설계 모방 개발하는데 성공했다.

1980년대 중반 이후부터는 수중음향센서 개발을 위한 기초연구 및 응용연구 수준의 꾸준한 연구개발을 통해 기술을 축적했다. 이를 기반으로 가장 먼저 체계개발에 적용하기 위해 개발한 것은 해군의 209급 잠수함 또는 수상함에 탑재하여 주요항만과 해역을 방어하기 위한 기뢰 K721(잠룡)용 하이드로폰이었다. 증폭 회로를 일체형으로 장착하고 기뢰폭발에 대비해 보호회로를 적용하는 등 자체 기술이 적용됐기 때문에 이는 모방개발에서 벗어난 음향센서 개발의 시초라고 볼 수 있다.

1990년대 말 이후부터는 수중유도무기인 어뢰, 어뢰음향대항체계, 대잠 탐지소나체계 등의 능동 및 수동 소나체계를 포함해 다양한 종류의 유도무기와 탐지소나체계를 본격적으로 국내 개발하면서 고주파 트랜스듀서, 광대역 송신센서, 선배열 하이드로폰 등 다양한 종류의 음향센서가 개발됐다. 1998년에는 잠수함·정 탑재용 중어뢰 백상어가 개발 완료됐는데, Tonpitz형 고풍력 고주파 트랜스듀서가 표적탐지부 음향전환 장치 전면에 평면 배열로 장착됐다. 또한 음향센서 개발과 동시에 어뢰 주행 시 발생하는 진동소음을 저감시키기 위한 소음차단 링 구조와 진동차단을 위한 방진블록 구조도 설계 적용했다. 1999년에는 한국형 구축함에 탑재된 대잠전 소나체계인 예인음탐기체계가 개발됐다. 이는 총 120채널의 압전세라믹 하이드로폰이 직경 88mm의 음향호스에 장착돼 최대 16노트까지 예인 가능한 선배열 센서다. 1999년에는 호위함과 한국형 구축함(DD급)에 탑재해 수중 대어뢰 탐지 및 기만을 위한 어뢰음향대항체계가 개발됐다. 여기에 적용된 어

뢰 경보체계용 고주파대역 선배열 음향센서는 총 48채널의 압전세라믹 하이드로폰이 표적의 방위구분을 위해 3각 배열로 직경 78mm의 음향호스에 장착돼 최대 16노트까지 예인이 가능하다. 이와 동시에 부유식 기만기용 광대역·고출력 송신센서가 개발됐다.

2004년에는 수상함, 헬기 및 해상 초계기에서 발사 가능한 고속의 신형 경어뢰 청상어가 개발 완료됐다. 중어뢰용 트랜스듀서와 같이 Tonpiltz형 고출력 고주파 트랜스듀서가 표적탐지부 음향전환장치 전면에 평면 배열로 장착됐다. 중어뢰용 센서와 다른 점은 당시 어뢰 수중 입수 시 트랜스듀서가 받는 충격하중을 견딜 수 있는 중립면 지지형 구조 설계가 필요했는데, 실제로 어뢰 개발 후 입수시험을 실시하기에는 시간과 비용 상 큰 부담이 되어 육상에서 입수충격을 모사할 수 있는 장치를 제작해 수차례 충격시험을 통해 내구성을 확인한 후 음향센서를 개발 장착했다. 2004년에는 주요 항만의 외해, 수로 및 내항 주변 해저에 수중음향센서를 고정해 잠수함, 이송정 및 수영자의 수중침투를 상시 감시할 수 있는 항만감시체계(HUSS)도 개발됐다. 총 120채널의 압전세라믹 하이드로폰이 해저매설 및 해저장기동작을 보장할 수 있는 구조로 길이 400m의 선배열이 개발돼 3축으로 배열됐다. 2005년에는 해군 정보함에 탑재된 한국형 원거리 수중 조기경보체계를 위한 저주파 예인음탐기체계가 개발됐다. 저주파대역의 탐지영역 추가확보를 위해 채널수가 256채널로 증가돼 총 길이가 900m 이르는 예인선배열센서가 탄생했다.

2012년에는 울산-1급 수상함에 탑재해 수중 표적을 탐지, 추적 및 경보가 가능한 선저고정형 음탐기체계가 개발됐으며 2004년부터 2006년까지 진행된 다중상태 음향탐지기술 개발과정에서 확보된 중주파수 대역의 Tonpiltz형 고출력 트랜스듀서를 선저에 원통형으로 배열 및 장착했다. 고출력으로 장기간 동작하고 절연저하를 획기적으로 줄이기 위해 트랜스듀서를 원통형 쉘 구조물 내부에 장착하는 구조를 설계해 적용했다.

한편 잠수함에 탑재될 장보고-III 소나체계는 2020년 전력화를 목표로 2009년부터 개발에 착수했다. 2015년 선측배열센서(Flank Array) 등을 포함해 잠수함 선체에 부착되는 약 700여 채널의 능수동배열센서와 잠수함에서 예인되는 약 200여 채널의 선배열센서 등이 제작 완료돼 통합 시험을 실시했다. 특히 각 배열센서는 음향성능 뿐만 아니라 수중폭발, 충격, 절연 및 부식 방지 등의 장기 내구성 및 내환경 특성을 고려한 최적화 구조가 적용됐으며 수직 지향성과 자체소음 저감을 위해 다수의 하이드로폰을 선배열해 채널을 구성했고 진동소음 차단용 다층구조 배플 형상이 적용됐다. 또한, 대규모 센서 채널의 물리적 연동 구조 최적화를 위해 각 배열센서는 저잡음, 고속 통신모듈이 내장된 디지털센서 형태로 설계됐다. 이를 통해 선체에 부착되는 모든 배열센서가 시간 동기화된 전용 통신망에 실시간 연동되도록 개발됐다.



모든 것이 생소했던 그 때 그 시절

1984년에 시작한 구축함 소나용 트랜스듀서(TR-208)의 모방개발 과정에는 많은 어려움이 있었다. 당시 연구소는 자체적으로 기본 설계할 능력이 부족했고, 군 운용 중에 고장난 센서 정비를 담당하던 해군 정비창의 소나반에 찾아가 폐기됐거나 노후화 된 TR-208 트랜스듀서를 가지고와 조심스럽게 분해하고 각종 특성을 측정해 그대로 제작하는 방식을 사용했다.

모방개발이라 개발이 용이한 점도 있었지만 어려운 점 또한 많았다. 우선 운용 중인 기존 합정의 소나 돔에 장착해야 하니 치수와 무게를 변경할 수가 없었고, 운용 중인 SQS-23 소나 세트 송신 전력 증폭기의 주파수별 출력 임피던스 커브를 그대로 재현해야 하는 어려움도 있었다.

TR-208 트랜스듀서의 내부 구조에 관한 도면이 없었을 때의 일이다. 기계톱으로 견본품 TR-208 트랜스듀서의 중간 부분을 원주 방향으로 자르면 고무 외장 밑에 종 모양의 철제 하우징이 나오고, 그 속에 지금은 널리 알려진 구조이지만 당시로서는 생소했던 샌드위치형 진동체가 나온다. 종 모양 철제 하우징의 크기는 샌드위치형 진동체가 삽입되기에는 적당한 크기지만 전체 트랜스듀서의 길이보다 약 10Cm 정도 짧았다. 당시 연구원들은 아무런 의심 없이 이 10Cm 정도 길이 부분은 선체의 진동 및 잡음이 트랜스듀서에 유기되는 것을 차단하기 위한 고무 성형체라고 판단했다. 그런데 얼마 후 철제 하우징의 정확한 도면을 작성하기 위해 철제 하우징의 윗부분 즉 고무 성형체의 아래 부분을 절단하고 보니 고무 성형체 내부에 또 다른 무언가가 발견됐다. 더욱이 그것은 고무 성형체 내부에 에폭시 재질로 추가 성형이 되어있어 정체를 판단하기가 쉽지 않았다. 우여곡절 끝에 분해를 하고, 여기저기 자료를 조사해 보니 그것은 샌드위치형 진동체와 송신 전력 증폭기간의 임피던스 정합을 위한 임피던스 정합 트랜스포머였다.

해상 시험 중인
예인형 음향센서

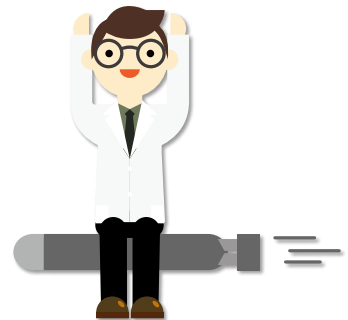


또 한 가지 웃지 못 할 안타까운 이야기가 있다. 견본품의 분해를 여러 번 하다 보니 샌드위치형 진동체의 한 쪽 부분인 전면추와 압전 세라믹의 접합 부분에 어떤 것은 반원 모양의 홈통이 전면추에 있는 것이 있었고, 어떤 것은 없는 것이 발견됐다. 모든 것이 생소했던 당시로서는 이와 관련된 정확한 이유를 설명할 수 있는 사람이 아무도 없었다. 진동체 내부 공간이 밀폐될 경우 발생하는 음향신호가 왜곡될 수 있기 때문에 이를 방지하기 위한 것이라는 주장이 있었고, 진동체 조립 시 사용되는 에폭시가 경화할 때 발생하는 가스를 진동체 외부로 배출하기 위한 것이라는 주장도 있었다. 신라 봉덕사의 종도 종 밑 부분이 지면에서 적

절한 높이로 떨어져 있기 때문에 소리가 아름답게 전파되는 것이라고 하는데 이것도 그 원리가 아니겠느냐는 주장까지 그야말로 다양한 의견들이 제시됐지만 정답은 오리무중이었다. 임피던스 정합 트랜스포머와 같이 이론적 기술 자료에 설명돼있는 것은 금방 적용할 수 있었지만, 도대체 이 홀통을 무슨 이유로 만들었지는 아무로 알 수 없었다. 그러던 중 견본품의 제작 일련번호를 살펴보니 후기에 만들어진 것은 홀통이 있고, 전기에 만들어진 것에는 없는 사실을 알게 됐다. 일단 나중에 만들어진 것에 적용이 됐으니 우리도 일단 적용하고 보자는 의견에 따라 전면추에 홀통을 설치했다. 약 1년이 지난 1985년 초 개인적인 채널을 통해 획득한 TR-208 트랜스듀서의 미 해군 사양서를 확보하고 나서야 그 홀통의 정체를 알게 됐다.

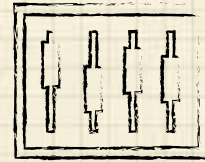
트랜스듀서 사용 시 온도 변화에 따라 발생할 수 있는 내부 결로 현상을 방지하기 위해 트랜스듀서 조립 시 내부 공기를 제거하고 건조 질소를 삽입해야 하는데, 진동체의 내부에도 질소를 주입하기 위해 전면추에 홀통을 설치해야 하는 것이었다.

이 밖에도 트랜스듀서 내부의 고무 부품을 개발하기 위해 영세 고무 공장을 찾아가면 늘 견본 고무 재질을 칼로 베어 불을 붙인 후 냄새를 맡아보고 재를 비벼 견본품 고무의 종류를 알아내던 당시의 현실, 음향센서 재료를 특징짓는 재료의 음속이나 음향 임피던스를 이야기하면 어디 다른 나라 사람을 보는 듯 바라보던 재료 생산 및 판매 업체 종사자들의 표정, 현실을 소외시킨 우리의 무지한 접근 방식, 진동체의 조립에 소요되는 에폭시를 조사하던 중 세상에 에폭시의 종류가 그렇게 많았던가 하고 놀랐던 일 등 무지에서 출발한 트랜스듀서 진동체의 개발 과정에는 수많은 잊지 못 할 에피소드들이 있다. 📌



음향센서를 소개합니다

공기 중에서는 물체를 탐지하기 위해 전자기파를 이용한 레이더 시스템을 널리 사용한다. 하지만 수중에서는 전자기파가 멀리 전파되지 못해 음파가 거의 유일한 탐지 수단인데, 이를 이용한 시스템이 소나(SONAR)다. 음향센서는 소나 시스템의 핵심부품으로 전기신호를 음향신호로, 또는 음향신호를 전기신호로 변환하는 장치다. 음향센서 개발 역사는 우리나라 해군 수중무기체계의 개발 역사와 그 궤를 같이 한다고 해도 과언이 아니다.



음향센서는 기본적으로 음파를 발생시키고 또 동시에 수신할 수 있다. 사용 기능에 따라 음파를 발생시키기만 하는 센서를 송신센서(projector), 음파를 감지하기만 하는 센서를 하이드로폰(hydrophone), 송수신을 동시에 하는 센서를 트랜스듀서(transducer)라고 구분해 부른다. 음향센서는 적용되는 무기체계에 따라 그 종류와 형태가 매우 다양하게 요구되며 성능과 규격 또한 모두 다르다. 그 중 소나체계의 탐지성능은 탐지거리에 달려 있다. 이는 얼마나 음파를 송신할 수 있는지 또는 얼마나 낮은 음압을 수신할 수 있는지 등을 뜻한다. 즉 송신 및 수신감도는 핵심 요구 사양 중 하나다. 표적의 위치를 판단하기 위해 음파를 원하는 방향으로 송신하거나 표적으로부터 수신 음파의 방향을 구분할 수 있는 성능, 즉 지향성 또한 중요한 요구 성능이다. 지향성을 크게 만들기 위해 여러 개의 음향센서를 목적에 따라 선형, 평면형, 실리더형, 구형, 컨포멀형, 일반 3차원형 등 다양한 형태로 배열 및 설계하게 되는데 이러한 배열센서는 출력의 크기뿐만 아니라 지향성도 증가시키며 동시에 주변 환경으로부터 전달되는 다양한 소음을 줄이는 효과를 가져온다.

그동안 압전재료의 성능을 향상시키거나 다른 변환 개념을 이용한 음향센서 기술 개발을 위한 노력이 꾸준히 진행됐다. 그 중 연구소 주관 응용연구로 압전재료와 폴리머재료를 구조적으로 융합시킨 복합재료 음향센서가 개발됐다. 이 과정을 통해 1-3형 압전-폴리머 복합재료 음향센서는 향후 소요로 추진 중인 무인잠수정 소나시스템에 적용할 목적으로 300kHz 이상 초고주파 대역의 송수신 센서용 소자에 대한 제조 공정을 개발했으며, 음향센서 시제작 및 성능시험을 통해 적용 가능성을 확인했다. 또한 연구소는 2011년 7월부터 2013년 12월까지 한-영 국제공동연구를 통해 무인잠수정 탑재 기뢰탐지 소나체계에 적합한 압전 단결정(PMN-PT) 응용 Tonpiltz형 고출력 고주파 음향센서와 배열센서 기술을 개발해 각종 시험을 통해 기뢰탐지 소나체계의 적용 가능성을 확인했다. 이에 따라 압전 단결정 응용 군사용 음향센서 기술은 선진국에 뒤처지지 않고 최소한 동등 이상의 수준으로 오히려 선도할 수 있는 계기를 마련했다.

Chapter 17

항공기 개발국 진입의 쾌거 'KT-1 기본훈련기'

- 토종 기술로 하늘을 날 수 있을까?
- 대한민국 항공 산업 역사를 다시 쓰다
- 시제기 수출부터 추락사고까지...
우여곡절의 순간



토종 기술로 하늘을 날 수 있을까?

1970년대 중공업 육성정책에 따라 착수한 공업국가로서 입지를 지속적으로 키워나가기 위해서는 고부가가치를 창출하는 항공 산업을 추진하지 않을 수 없었다. 당시 많은 신흥 공업국들은 항공 산업을 발전시키기 위해 막대한 예산을 투입하고 있었으며, 우리 손으로 만든 항공기로 우리 하늘을 나는 것은 공군 조종사뿐만 아니라 국내 항공분야 모든 종사자들의 오랜 꿈이었다. 공군은 이러한 기술우위 정책의 구현을 위해 신규로 획득하는 항공기를 국내 생산으로 유도해 항공기술 습득을 추진했다.

첨단기술의 집약체라 할 수 있는 항공기 개발은 당시 우리나라 현실로는 매우 어려운 일이었지만, 사용 수명이 30년이 넘어가는 공군의 초등훈련기 T-41, 중등훈련기 T-37을 대체하고 두 과정을 합쳐 기본훈련과정으로 경제성이 있는 터보프롭용 기본훈련기가 필요한 시점이었다.

또한 당시 F-5 면허생산이 종료되는 단계에서 우리도 독자적으로 항공기를 연구개발해야 한다는 정부 정책에 의해 연구소는 한국형 KTX-1 기본훈련기 연구개발 사업에 착수했다.

1985년 연구소에서 각종 훈련기 및 전술기 수명예측에 관한 위탁연구를 수행한 결과 1990년대 중반부터는 신기종 대체가 필수적인 것으로 판단됐다. 이러한 소요가 전망됨에 따라 1차적인 기술 개발 축적단계로 개발 기술 난이도가 비교적 낮은 기본훈련·지원기를 개발 대상으로 선정해 1986년부터 1987년까지 개발 가능성 및 경제성에 관한 기초연구가 수행됐다. 기초연구 결과 개발 타당성이 입증됐고 1988년 8월 공군에서 1차적으로 대략적인 운용 요구도가 제기됐다. 이후 지속적으로 공군과 연구소에서 운용방안 연구를 수행한 결과 1989년 12월 세부적인 개발 요구 성능이 확정돼 공군 개발 요구조건이 제기됐다. 이에 따라 1991년 10월에는 사용군과 개발자간의 연구개발 동의서를 확정함으로써 본격적인 연구개발에 착수할 수 있는 여건이 마련됐다. 연구소는 1988년 2월부터 1992년 10월까지 기술적 개발 가능성을 입증하기 위한 탐색개발을 추진했다. 이 과정을 통해 본격개발 이전에 입증하고 위험성을 사전에 제거하는 연구를 수행했다. 또한 550마력급 엔진이 탑재된 시험시제기 2대를 설계 및 제작하고, 구조시험용 기체 1기를 제작해 구조시험을 실시했다.

1991년 12월 12일에는 역사적인 초도비행에 성공했으며 시험시제기 1호기 및 2호기를 이용해 총 28회의 시험비행을 수행했다. 이를 통해 주요 설계 성능 확인 및 개발기술 정립, 주요 구성품 획득방안 등을 수립했으며 공군이 요구하는 기본훈련·지원기 개발 가능성을 입증했다.

1992년 11월에는 본격적인 항공기 체계를 개발하는 개발단계인 KTX-1 선행개발 사업이 승인됐고 사업 기간은 1992년 11월부터 1996년 12월까지로 확정됐으며 선행개발 사업에 착수하게 됐다. 그러나 선행개발을 통해 시제 항공기 3호기를 제작해 1995년 8월 초도비행 시험을 실시한 결과 조종성 및 안정성 면에서 치명적인 문제점이 발견됐고 연구소는 특별설계팀을 구성해 조종 안정성 향상을 위한 연구를 진행해 위기를



나란히 비행 중인
KT-1

극복했다. 1995년 8월부터 1996년 5월까지의 불철주야 항공기의 조종 안정성, 저속성능 실속특성, 스펀 특성 등 항공기 주요 성능 향상에 대한 집중연구를 수행했다. 이를 통해 실용 시제 4호기를 재설계 제작해 1996년 5월부터 시험비행을 통해 안정성 문제를 해결하고 조종력을 개선하는 등 성능이 만족된 것을 확인할 수 있었다. 선행개발을 통한 제반 기술적 성능에 대한 확인과정을 거쳐 1997년 1월에는 연구개발의 마지막 단계인 실용개발 사업에 착수했다. 또한 개발성능과 개발품질을 최종확인하고 양산을 위한 설계를 확정하는 연구를 진행했다.

이후 성능 불만족 사항에 대한 기술적 보완과 양산에 대비한 생산성을 고려한 설계, 항공기의 효율적 운용을 위한 종합군수지원 요소개발을 포함한 전력화 지원요소를 집중 개발함으로써 본격적인 양산을 위한 제반 준비를 완료했다. 그 결과 우리나라 최초로 독자기술에 의한 항공기 연구개발을 성공적으로 완료하는 성과를 거뒀다.

대한민국 항공 산업 역사를 다시 쓰다

항공기 '개발'이라 하면 일반적으로 '생산'으로 이해하기 쉬운데 개발과 생산 기술은 엄청난 차이가 있다. 1970년대 기술도입생산을 한 전투기나 헬기는 외국에서 연구 개발된 도면과 규격을 그대로 받아 국내에서 생산한 것이었고, 실제 연구개발을 시작한 것은 1980년대 초반 기초연구를 시작해 1988년부터 KT-1 기본훈련기를 개발하기 시작한 것이 최초다. 우리나라 항공 산업은 1970년대 대한항공에서 미국의 500MD 헬리콥터를

생산하며 항공기 조립 생산시대가 시작됐다. 이후 1980년 대한항공이 미국 노드롭사와 F-5E/F 조립 생산 계약을 체결함으로써 본격적인 전투기 국내 조립 생산도 시작했다. 하지만 당시만 해도 국내 항공 산업의 열악한 환경과 체계적인 기술관리 능력의 부족으로 효과적인 기술축적이 이뤄지지 못했으며, 후속사업인 차기전투기 사업(KFP)이 계속 연기돼 1991년에서야 F-16으로 최종 기종이 결정됨에 따라 항공기 개발기술의 연속성을 이루지 못한 실정이었다.

그러나 연구소는 당시 지상, 해상 무기체계의 개발 성공을 통해 자신감을 얻은 상태였고, 지금이라도 시작하지 않으면 항공 분야는 영원히 주변국의 기술을 따라잡을 수 없을 뿐 아니라 우리 조종사들이 국산 항공기를 조종할 수 있는 기회가 없게 될 것이라고 판단해 사업에 착수했다.

KT-1의 개발은 한 단계, 한 단계가 무에서 유를 창조하고 대한민국의 항공 산업 역사를 새로 쓰는 순간들이었다. 모든 것이 처음이다 보니 계획을 수립하는 것조차 쉽지 않았다. 가장 어려웠던 점은 항공기를 개발하기 위한 인프라가 구축되어 있지 않았다는 점이다. 항공기 시험 시설은 물론 전문 인력도 준비되지 않은 상태였다. 당시 공군에는 많은 시험비행 조종사가 있었지만 이들에게 연구개발시제기를 탈 수 있는 자격은 주어지지 않았다. 시험비행 조종사와 기술사는 외국의 시험비행학교에서 소정의 교육을 받아 자격을 갖춰야 했기 때문이다. 또한 항공기 개발을 위해서는 KT-1 시제기를 시험하고 계속하기 위한 시험시설이 필요했는데 이러한 시험시설이 없어 개발과 병행해 비행시험 계측시설, 전기체 환경시험시설, 전자파간섭 시험시설 등을 건설해 항공시험장 단계별 건설계획을 수립하고 실행해 나가야 했다.

우리나라의 항공기 개발은 전 세계 중 12번째로 이뤄낸 성과다. 세계의 항공 산업을 선도하는 미국은 물론, 영국, 러시아, 프랑스, 스페인, 일본 등은 오래 전부터 항공기를 개발해온 항공 선진국들이며 그 외에도 스웨덴, 브라질, 중국, 인도네시아, 대만 등이 스스로 개발한 항공기를 운영하고 있다. KT-1 기본훈련기의 성공적인 개발은 여러 가지 측면에서 큰 의미를 갖는다. 우선 산업과 기술측면에서 항공기와 같은 복합 무기체계 개발이 가져다주는 산업 전반에 걸친 다양한 스피드 오프 효과와 각종 제조업의 고용창출 효과, 그동안 불모지처럼 여겨졌던 항공 산업에 대한 직·간접적인 육성효과 등이 매우 컸다.

더불어 항공기 부품의 국내생산으로 지속적인 경제효과를 창출했고, 항공기와 부품 수입을 국산화해 외화 절감도 할 수 있게 됐다. 공군은 전력 운용 개념에 최적화된 항공기 및 전장 환경 변화에 맞춰 적기에 독자적인 성능 개량을 할 수 있는 능력을 확보했다. 이를 통해 KT-1 기본훈련기를 개량해 로켓포 사격이 가능한 KA-1 공격전술기로 성능 개량을 실시했을 뿐만 아니라 T-50 초음속 훈련기와 FA-50 전투기의 국제 공동 개발도 성공적으로 진행했다. 또한 현재 체계개발을 추진 중인 한국형 전투기 KF-X 개발도 KT-1 기본훈련기의 개발이 있었기에 가능한 것으로 평가되고 있다.

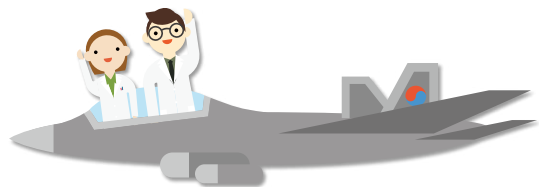


시제기 수술부터 추락사고까지... 우여곡절의 순간

950마력의 KT-1 기본훈련기는 초도시험비행을 통해 항공기가 불안정하다고 판정되자 사업이 실패로 돌아갈 수도 있는 위기의 순간을 맞았다. 개발이 불가능하다며 포기하자는 분위기도 있었다. 하지만 연구소는 이 사업에 우리나라의 항공산업 발전의 미래가 달려있다고 판단해 특별설계팀을 구성했다. 정상적이라면 1년 이상의 기간이 소요되는 항공기 형상 수정을 4개월 내에 실시해 재설계 및 제작해야 했다.

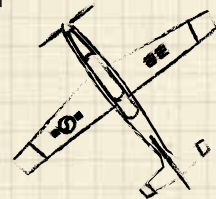
연구원들은 550마력에서 950마력으로 엔진이 변경되면서 항공기 안정성을 고려한 외형 설계가 되지 않았다고 판단했고, 이를 수정하기 위해 항공기 전체 형상을 변경했다. 전방동체, 날개, 후방동체 등을 재설계 및 제작하는 것은 결코 쉽지 않은 일이었다. 하지만 연구원들은 밤낮을 가리지 않고 4개월간 합숙하며 문제점들을 해결했다. 그리고 마침내 기본훈련기의 형상을 재설계 및 제작해 공군의 운용시험평가를 통과했다. 반드시 성공하고자 하는 의지가 있었기에 가능했던 일이다.

KT-1 기본훈련기 개발 과정 중에는 갑작스러운 사고로 모두가 가슴을 쓸어내린 기억도 있다. 한번은 시험비행 중 캐노피가 날아가 버리는 아찔한 사고가 발생했다. 원인을 분석해 보니 캐노피 잠금장치의 느슨한 부품공차 설정으로 잠금장치가 풀린 것이었다. 그러나 이러한 위급한 상황에서도 조종사는 비상탈출하지 않았고, 목숨을 걸고 힘겹게 비행기지에 비상착륙하는 사명감과 희생정신을 보여줬다. 연구원들에게 1995년 11월은 더욱 아찔한 순간으로 기억된다. KTX-1 명명식 행사를 위해 사천에서 성남 비행장으로 이동한 시제기가 비행장 상공에서 시범 비행을 하던 중 추락한 것이다. 사고 현장을 지켜보던 연구원들은 아연실색했다. 하지만 이대로 주저앉을 수 없었다. 연구원들은 사고원인 조사에 착수해 추락 원인을 정확히 규명했다. 그 결과 KTX-1 시제기 자체가 아닌 비상탈출좌석에 심각한 문제가 있다는 사실을 알게 됐고, 이를 객관적으로 증명해 비상탈출좌석을 제작한 영국의 마틴베이커로부터 시제기 가격보다 더 많은 배상을 받아냈다. 이후 사업은 그대로 정상 진행했을 뿐만 아니라 전 세계에 수출된 비상탈출좌석에 대한 문제점을 모두 수정하는 쾌거를 이뤘다. 🙌



KT-1 기본훈련기를 소개합니다

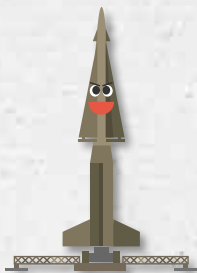
동급 초등훈련기 중 최초로 100% 컴퓨터 설계로 완성된 KT-1 기본훈련기는 미군사규격(MIL SPEC)의 훈련기 카테고리 클래스 IV 및 미 연방항공규정(FAR: Federal Aviation Regulation) Part 23의 곡예비행기 카테고리 기준을 충족하는 단발 터보프롭 항공기로 각종 **공중 기동비행**, **편대비행**, **제기비행**, **저고도항법 비행**, **야간비행** 등이 가능하다. 특히 스피린진입과 회복조작이 용이해 학생 조종사들에게 기동영역의 한계점과 극복절차를 충분히 교육할 수 있으며, 조종성이 우수하고 운용속도 및 비행특성 측면에서 고등훈련기와 연계가 용이하다. 또한 학생 조종사의 조종성 및 안전성 확보를 위해 자동 러더트림 장치, 분리형 조향장치, 사출좌석, 캐노피 파쇄장치, 1만 비행시간 이상 수명이 보장된 기체 구조와 특별히 강화된 착륙장치 등을 갖췄다. 다양한 기종을 장기간 정비해온 우리 공군의 정예 정비사들의 정비성 검토과정을 통해 도출된 보완사항을 반영해 조종하기 쉽고 정비하기 쉬운 항공기로 평가받는다. 특히 스피린특성(배편스핀포함)이 세계 최고 수준의 훈련기라는 점이 돋보인다. 학생 조종사가 스피린회복에 실패하더라도 자동으로 회복할 수 있는 특성을 보유해 조종사 및 훈련기의 안전성이 뛰어나다. 동급 기본훈련기인 스위스의 PC-9이나 영국의 Short Tucano도 따라올 수 없는 훌륭한 성능을 보유하고 있다.



KT-1은 1999년 말부터 인도네시아로부터 수출제의를 받아 유사 이래 처음으로 우리 손으로 만든 항공기를 해외에 수출했다. 이후 터키에도 40대를 수출했으며, 페루에는 20대를 수출했다. 중남미의 콜롬비아, 멕시코 등 다수의 나라로부터 수출제안을 받거나 수출을 위한 협상이 진행되고 있는 KT-1 기본훈련기는 아시아에서 개발한 군용 항공기로는 최초로 싱가포르 에어쇼에 참여해 시범비행을 성공적으로 마침으로써 세계 각국의 언론과 군, 항공 관계자들의 극찬을 받기도 했다. KT-1 기본훈련기는 우리 공군의 전술기로 사용하기 위한 후속 모델까지 이미 개발이 완료된 상황이다. KA-1으로 명명된 개량형 모델은 기존의 KT-1에 전자식 임무 컴퓨터를 비롯한 현대식 항공전자 장비를 비롯해 외부 장착대와 외부 장착물, 그리고 로켓포를 장착해 우리 공군의 전방통제기로 활용하고 있다. 향후에는 적외선 측정기(FILIR)와 전자광학카메라를 이용하고 레이저거리측정기를 장착해 정확히 표적을 식별한 정보를 데이터링크를 이용해 작전에 활용할 수 있는 표적측정장비를 장착 운영할 수 있도록 준비하고 있다. 사용목적에 따라 로켓포는 물론, 폭탄, 기관총, 공대공 미사일 등을 장착할 수 있도록 개조 가능한 KA-1은 각종 테러진압, 마약 밀매 단속, 소규모 비정규전 등 다양한 목적으로 활용할 수 있기 때문에 세계 각국의 요구 수준에 맞게 수출해 항공 수출국으로서의 위상을 더욱 자랑하게 될 것으로 기대된다.

쉬어가는 페이지

재미있는 무기 이름의 유래



백곰



현무



응비

국내에서 연구개발한 무기체계는 상징적인 이름을 가진 경우가 많다. 각 무기체계의 이름은 해당 무기체계를 운영하는 각 소요군이나 개발기관인 ADD에서 짓는 경우가 많고, ADD에서 개발 시 처음 쓰던 사업 이름을 그대로 사용하는 경우도 있다. 또한 군 최고통수권자인 대통령이 직접 명명하기도 하며, 대국민 공모를 통해 선정하는 등 다양한 방법을 통해 결정된다. 1970~1980년대 ADD에서는 보안을 위해 위장사업명을 무기체계의 별칭으로 사용하는 경우도 많았다. 각종 무기체계 개발이 본격화 된 1990년대부터는 보안상의 별칭 보다는 무기 특성을 고려한 상징적 이름을 지어 사용하고 있다.

백곰

1970년대 국내 최초 개발된 지대지 미사일 이름은 '백곰'이다. 당시 개발에 참여한 연구원들은 안흥에서 작은 컨테이너를 임시 사무실로 쓰며 비행시험에 박차를 가하고 있었는데, 마땅한 교통수단이 없어 도보로 이동하는 일이 잦았다. 그러던 중 눈이 많이 오던 어느 날 연구원들이 흰 눈을 뒤집어쓴 채 걸어가는 모습이 꼭 북극곰 같다고 해 백곰 미사일이라는 이름이 붙었다고 한다.

현무

1980년대에 등장한 지대지 유도무기 '현무'는 북쪽을 지키는 수호신 현무(玄武)의 이름을 활용했다. 현무는 거북이와 뱀이 합쳐진 모습을 가진 상상 속 동물이다. 대한민국 육군이 20년 이상 주요 전쟁역지력으로 운용 중에 있는 현무는 그 이름만큼이나 지금도 우리나라의 북방을 든든하게 지키는 무기체계로 발전을 거듭하며 본연의 역할을 다하고 있다.

신궁

현대용 지대공 유도무기 '신궁(新弓)'은 1999년 초까지만 해도 이름이 없었다. 다만 현대용 지대공 유도무기 혹은 KPSAM, 또는 현대용과 대공 유도무기의 영문 약자를 조합한 '휴셈'등으로 부르기도 했다. 하지만 이름이 어색하고 불편하다는 의견이 많았다. 이후 연구소 전 직원 대상으로 이름을 공모한 결과 신궁(新弓)이 선정됐다. 이는 '최신 기술이 적용된 새로운 활'이라는 뜻으로 우리나라의 전통적 호국무기인 활과 활쏘기에 담긴 선조들의 정신을 되살리자는 의미가 담겨있다. 또한 이전까지 현대용 유도탄은 외국에서 도입했지만 앞으로는 새 활로 우리 군을 무장시키겠다는 국내 개발에 대한 굳은 의지도 담겼다. 신궁(新弓)은 시험평가시 귀신처럼 목표물을 잘 맞춘다는 뜻에서 앞 한자어를 귀신 신(神)자로 바꿔 신궁(神弓)으로 부르기도 했으며, 운용 중인 군에서는 믿음직한 무기체계라는 뜻으로 한자어를 믿음 신(信)자로 바꿔 신궁(信弓)이라고 부르기도 한다.

천궁

중거리 지대공 유도무기 '천궁(天弓)' 역시 소요군인 공군이 직접 이름을 지었다. 천궁은 미국산 '호크(HAWK)'를 대체하기 위해 개발돼 당초 철매 II로 불렸다. 호크미사일이 우리 공군에게는 철매로 불렸고, 이를 대체하기 위해 개발한 무기이기 때문에 자연스럽게 철매 II로 불렸다. 그러나 훗날 공군이 명칭 개정절차에 따라 공군참모총장에게 천궁으로 개명할 것을 건의했으며, 이는 하늘이 내린 무기라는 뜻으로 '활처럼 날아 조국영공을 방어한다'는 뜻을 가지고 있다.

천둥

2010년 11월 연평도 포격도발 당시 북한에 응사할 때 쓰이며 잘 알려진 K9자주포의 이름은 '천둥'이다. 포탄이 발사될 때 천둥처럼 요란한 포성이 울린다고 해서 지어진 것으로 소요군인 육군이 직접 선택했다. K9 자주포는 이 이름을 활용해 인도에서는 힌디어로 바지라(Vajra · 힌디어

'천둥')라는 이름으로, 터키에는 터키어 '피르티나(Firtina · 폭풍)'라는 이름으로 수출되기도 했다.

견마로봇&해성

2006년부터 시설감시경계용으로 개발되기 시작한 견마로봇의 이름은 개 견(犬)자와, 말 마(馬)자의 한자어를 활용했다. 감시정찰 및 물자수송 등을 담당하는 견마로봇의 기능을 상징적으로 표현한 것으로 후각에 민감한 개처럼 주변을 철저히 감시 및 정찰하고, 말처럼 수송력이 뛰어나다는 점을 강조했다. 또한 국내 최초 순항 함대함 유도무기인 '해성(海星)'은 '바다의 별'이라는 뜻을 가졌다. 해성은 해군 구축함에서 발사된 후 150km까지 날아가 적군함을 격침하는 무기체계다.

백상어&청상어&홍상어

국내에서 차례로 자체 개발된 어뢰들은 상어 시리즈로 불린다. 잠수함에 서 발사하는 중어뢰는 '백상어', 구축함 및 헬기 등에서 발사하는 경어뢰는 '청상어', 로켓에 실려 적 잠수함이 배치된 바다까지 날아가 타격하는 대잠 어뢰는 '홍상어'다. 1974년 국내에서 처음으로 어뢰를 개발했을 때 연구소가 최초로 상어라는 이름을 붙였다. 바다의 길러로 불리는 상어처럼 소리 없이 다가가 적의 잠수함이나 군함에 치명적인 공격을 가한다는 점에서 착안한 이름이다.

웅비

국내 최초 국산 기본 훈련기인 KT-1의 이름은 '웅비(雄飛)로故 김영삼 전 대통령이 직접 하사했다. 기운차고 용기있게 활동한다는 뜻이다. 당시 대국민 공모전을 통해 '여명'이라는 이름을 붙일 예정이었지만, 개발 완료 단계에 있던 1995년 11월 김영삼 당시 대통령이 웅비라는 휘호를 직접 써줬다. 국내 최초로 독자개발 된 항공기인 만큼 대통령이 직접 이름을 짓는 것이 좋겠다고 판단했다고 한다.

쉬어가는 페이지

미래 전장을 이끌 스텔스와 무인기



1990년 걸프전에서 처음 등장한 스텔스 항공기 F-117은 이라크의 대공 방어망을 뚫고 임무를 수행하며 단 1대도 격추되지 않았을 만큼 효과적인 임무수행능력을 보여줬다. 또한 현재 5세대 전투기라 불리는 F-22는 F-15, F-16 및 4세대 전투기와 의 모의전투에서 압도적으로 승리하면서 미래 전장에서의 스텔스 기술은 점점 더 강조되고 있다. 적진에 은밀히 침투해 적의 정보를 효과적으로 파악할 수 있는 스텔스는 전장에서의 우위를 차지할 수 있게 하며 적군의 대공 방어망을 무력화하고 이군을 보호함으로써 선제공격 및 생존을 가능케 한다.

스텔스 기술

스텔스 기술은 음향, 전자파, 적외선, 광학 등의 신호를 회피 또는 감소시키는 기술을 통칭하는 것으로 항공기 엔진에 의해 발생하는 소음 차폐, 레이더에 노출되는 단면적 감소, 항공기와 주변대기의 온도 차이를 통해 발생하는 적외선 감소, 임무환경에 따라 항공기 외부를 주변 색상과 비슷한 색상으로 도장하는 방법 등으로 구분된다. 이중 가장 많이 알려진 전자파 스텔스 기술은 레이더로부터 방사된 전자파를 통제하는 기술이다. 레이더에서 방사된 전자파는 항공기 표면과 충돌 후 반사되며, 레이더는 반사된 전자파를 수신함으로써 항공기를 탐지하고 형상화한다. 레이더에 포착되는 항공기 신호 세기는 전자파를 반사하는 표적의 면적을 의미하는 레이더 단면적(RCS, Radar Cross Section)에 의해 영향을 받게 되는데 이는 항공기의 크기,

모양, 재질, 방위각, 고도각, 파장 등에 의해 그 값이 달라진다. 따라서 스텔스 형상설계, 전파흡수도로, 전파흡수구조 등과 같은 스텔스 기술을 이용해 레이더 단면적을 감소시킴으로써 레이더에 포착되는 항공기 신호를 감소시킬 수 있다.

우선 스텔스 형상 적용의 예로 1983년 미국 록히드마틴사에서 제작된 스텔스 항공기 F-117 나이트호크를 살펴보면 항공기의 외형이 매우 각이 저있음을 발견할 수 있다. 방사된 전파를 다른 방향으로 반사시켜 레이더가 전파를 수신하지 못하게 함으로써 항공기를 탐지할 수 없게 만드는 것이다. 하지만 비행기 설계에 있어 공력 성능 또한 간과할 수 없다. 따라서 스텔스와 공력을 함께 고려해 비행체를 설계해야하므로 스텔스 형상적용을 통한 스텔스 성능에는 한계가 있다. 단, 이 한계를 극복하기 위해 전파흡수도로인 특수 페인트를 비행체에 도포한 뒤 입사된 전파 에너지를 물질에 의해 열에너지로 변환 및 흡수 소멸시키고, 전파흡수구조를 적용해 입사된 전파 강도를 약화 또는 흡수해 레이더 단면적의 크기를 감소시킬 수 있다.

스텔스 기술은 1950년대 후반 스텔스 항공기 개발을 필두로 현재는 해상, 지상 등 기동이 가능한 모든 무기체계에 대한 개발이 진행되고 있다. 예를 들어 공중에서는 항공기와 미사일, 해상에서는 함정과 잠수함, 지상에서는 전차 등에 스텔스 기술을 적용하고 있다. **현존하는 전투기 중 가장 뛰어난다는 F-22는 레이더 단면적의 크기가 야구공 수준으로 스텔스 기능이 매우 뛰어난 것으로 알려져 있다.** 함정과 잠수함의 경우 속도가 느려 해상에서의 스텔스화는 아군의 생명과 직결된 문제라고 볼 수 있는데, 형상 자체가 상당한 크기이므로 스텔스 형상 적용에 의한 레이더 단면적 감소효과는 한계가 있다. 따라서 전파흡수도로 및 전파흡수구조를 적용해 레이더 단면적을 감소시키고 프로펠러 저소음 설계 등을 통해 소음을 감소시키는 스텔스 기술을 적용하고 있다. 현재 폴란드에서 개발

중인 전차 PL-01은 적외선 신호 감소 기술 및 전파흡수도로를 적용해 레이더 및 열상카메라로부터 은폐가 가능한 것으로 알려졌다.

무인기

무인기 관련 기술 또한 스텔스 기술과 함께 미래 전장의 핵심 요소로 주목받고 있다. 무인항공기(UAV, Unmanned Aerial Vehicle) 또는 무인항공체계(UAS, Unmanned Aircraft System)라고 불리며, 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 지상에서의 원격조종이나 사전에 입력된 프로그램 혹은 비행체 스스로 주위환경을 인식하고 판단해 자율적으로 비행하는 비행체 또는 이러한 기능의 일부나 전부를 가진 무인항공체계(UAS)를 말한다. **무인기는 무인으로 운용되기 때문에 인명을 보호할 수 있다는 점에서 각광받고 있다.** 무인항공체계라는 명칭은 2000년대 중반 미 국방부에서 발간된 'UAS Roadmap 2005-2030'에서 처음 언급됐다. 무인기는 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle), 지상통제장비(Ground Control Station), 탑재/지상 통신장비(Data Link), 임무장비 및 지원장비 등으로 구성되며 일정기간 동안의 임무수행에 적합한 여러 종류의 임무장비(mission payload)를 탑재하고 주어진 임무를 수행할 수 있도록 설계 및 제작된다. 또한 원격조종, 반자동, 자동 또는 이 세 가지 방식을 조합한 조종방식을 채택해 운용할 수 있으며 비행체의 최대이륙중량(Maximum Take-off Weight), 운용고도(Operating Altitude), 속도(Air Speed) 등에 따라 5개의 그룹(Group)으로 분류된다. 최근 일반 및 언론에서 '드론(Drone)'이라는 용어를 사용하고 있는데 이는 최근 무인항공체계를 통칭하기도 한다. 국제협약체제의 기술 통제에 따라 재사용이 가능한 무인항공기에 한해 주로 활용되고 있다. 또한 지상에서는 감시정찰 및 근접 전투지원, 중심 정밀타격, 통신 중계 등으로 활용되며 해상에서는 해상 감시정찰 및 대함용, 공중에서는 광역 영상·신호정보 수집, 대공방 기만 및 대지·대공용으로 활용할 수 있다.

04

네번째 결정적 순간,
지휘통제 · 감시정찰





Chapter 18

한국형 보안 무전기
'PRC-999K'



Chapter 19

야간 전투력 증강의 효시
'전방감시용
열영상장비(TOD)'



Chapter 20

적진을 꿰뚫어보는 눈
'정찰용 무인항공기
열상센서'



Chapter 21

1초에 30화면
어떤 적도 놓치지 않는다
'헬기용 전방관측
적외선장비(HFLIR)'



Chapter 22

해상의 적을 찾는 CCTV
'함정용 전자광학
추적장비(EOTS)'

Chapter 18

한국형 보안 무전기 'PRC-999K'

- 새로운 한국형 무전기의 탄생
- 선진국도 쫓쫓매던 기술... 6년만의 쾌거
- 미국 VS 한국 무전기 비교 시험



새로운 한국형 무전기의 탄생

1972년 박정희 대통령 지시로 제작한 분대용 무전기 KPRC-6는 국내에서 개발한 최초의 군용 무전기다. 중대 및 대대급 이상 지휘통신망은 1969년부터 AN/PRC-25와 AN/PRC-77을 전술무전기로 운용했다. 1970년대 말에는 반도체 기술을 적용한 기술도입개발 무전기KAN/PRC-77을 야전부대의 지휘통신용 표준장비로 운용하기 시작했다. 그런데 PRC-77은 고정 주파수 통신으로 운용하기 때문에 감청에 취약하고, 가용 주파수가 920개뿐이라 운용에 한계가 있었으며 데이터 전송기능이 없다는 단점이 있었다. 군은 이러한 단점들을 보완할 수 있는 새로운 무전기가 필요하다며 1978년 소요를 제기했다.

연구소는 새로운 무전기를 만들기 위해 1982년 6월부터 1984년 12월까지 핵심기술 선행연구를 수행했으며, 이를 통해 '무전기 상호간 주파수 동기 기법', '고속 도약을 위한 고속 주파수 합성기 설계기술', '광대역 고주파회로 설계기술' 및 '의사 무작위 도약 패턴 발생 알고리즘' 등 주파수 도약형 무전기 개발에 필요한 핵심기술을 확보했다.

이후 연구소는 1985년 1월부터 1986년 9월까지 선행개발을 수행했다. 1986년 9월에는 군 관계자들 참관 하에 선행시제 무전기로 주파수 도약의 통화시험을 실시해 개발 가능성을 확인시켰고, 1986년 12월부터 1987년 9월까지 선행부대시험을 실시해 야전 운용성 시험을 수행했다. 또한 1988년 1월부터 실용개발을 시작했으며 1988년 7월부터 10월까지 실용기술시험을 실시해 무전기의 기술적 및 전기적 성능을 확인했다. 1989년 1월부터 9월까지의 실용부대시험을 실시했으며, 주한미군 측의 요구로 1989년 6월 미국의 주파수 도약형 무전기인 SINCGARS-V와 비교시험을 실시해 연구소가 개발 중인 무전기의 우수성을 입증했다. 실용부대시험결과에 대해 별 문제가 없었음에도 불구하고 일부에서 부정적인 시각이 있어 1990년 2월부터 6월까지 실용부대시험에 대한 확인시험을 실시했고, 그 결과 아무런 문제가 없음을 재확인 시켰다. 1990년 9월 PRC-999K는 무기체계로 채택됐으며, 1990년 12월 규격심의를 통과하여 실용개발을 완료했다.

1991년 9월부터는 초도양산을 시작해 1차 물량을 1사단에 배치했고, 1992년 4월까지 고밀도 운용시험을 성공적으로 수행해 1992년부터 양산을 시작했으며 지금까지 약 7만대 정도 생산되어 군의 지휘통제통신용의 주력 무전기로 운용 중이다.

또한 PRC-999K는 현재 연구소에서 개발 중인 TMMR(Tactical Multiband Multirole Radio:전술다대역다기능무전기) 연구개발의 주요 연구자료로도 활용되고 있다.



보안무전기
PRC-999K

선진국도 절절매던 기술... 6년만의 쾌거

PRC-999K 이전까지 한국군이 사용하던 전술무전기 KAN/PRC-77 및 KAN/VRC-47계열 등 해외 도입 무전기는 교신자간 사전에 약정한 단일 주파수만을 사용했다. 따라서 상호 교신 시 적이 이 주파수를 탐지할 경우, 손쉽게 도청할 수 있을 뿐만 아니라 전파방해를 가해 통신망을 교란할 수 있다는 취약점을 가지고 있었다. 때문에 이와 같은 무선망 보안의 취약성을 극복하기 위해 음어 혹은 암호장비를 반드시 사용해야 했다.

2차 대전 이후 전자기술이 급속히 발달하자 전자교란에 의한 전자전(ECM ; Electronic Countermeasures) 기술이 등장했고, 1960년대 후반부터 대항책으로 대전자전(ECCM ; Electronic Counter-Countermeasures) 기술의 일환인 주파수 도약 기법(Frequency Hopping)이 연구됐다.

주파수 도약 기법은 마치 메뚜기가 뛰는 것처럼 가용주파수 중 한 주파수를 사용한 후 무작위로 다른 주파수로 바뀌 가면서 교신하는 것을 말한다. 때문에 적에 의한 탐지, 도청 또는 교란이 거의 불가능한 통신 방법으로 선진국에서는 극비 기술로 분류돼 있었다. 그러나 이 기법이 실제로 실용화돼 통신장비에 적용되기까지는 많은 시간이 소요됐는데 미국이 1978년 SINGARS-V라는 FM무전기의 기초연구에 착수한 것이 그 효시이며, 미국 역시 많은 시행착오를 거쳐 무려 11년이라는 개발기간을 거치고 나서야 1988년 개발에 성공했다. 국내에서는 1980년대 초반까지 고정 주파수 통신용 무전기인 PRC-77을 생산하였으므로 당시 군용무전기 개발 기술은 거의 전무했다고 볼 수 있다. 순수 국내 기술로 군용 무전기를 개발한 경험 역시 없었다. 하지만 연구원들은 1980년대 초부터 해외의 무전기 기술개발 동향을 예의주시해왔으며 선행연구, 선행

개발, 실용개발을 거쳐 1990년 12월 미국, 영국, 이스라엘에 이어 세계에서 4번째로 주파수 도약형 무전기를 독자개발하는데 성공했다. 이것은 군무선통신장비 개발의 시초가 됐을 뿐만 아니라 우리나라의 국방과학 기술 발전에도 한 획을 긋는 중요한 계기가 됐다.

외국과는 비교할 수 없는 부족한 개발비용은 물론 국내개발이 불가능할 것이라고 생각하는 일부의 부정적인 시각에도 불구하고 개발에 착수한지 불과 6년 만에 주파수 도약형 무전기 개발에 성공한 것이다.

그것도 선진국과 거의 같은 시기에 말이다. 이는 반드시 새로운 무전기를 개발하겠다는 의지와 열정이 있었기에 가능한 일이었다.

미국 VS 한국 무전기 비교 시험

1985년 미국에서 개발된 SINCGARS-V의 도입을 추진하던 사람들은 PRC-999K의 국내개발에 대해 불만을 가져 개발 과정 중에도 장비 성능에 대해 많은 의구심을 표출했다.

이 때문에 실용 부대 시험 중이던 1989년 6월, 국방부 특별 검열단의 주관으로 의정부 미군부대에서 미국의 SINCGARS-V와 PRC-999K의 비교시험을 실시하게 됐다.

현장에 모인 모든 사람이 탁자에 놓인 무전기 두 대를 응시했다. 그 중 몇 명은 비디오를 촬영했고, 2~3명은 시험기기를 직접 운용했다. 통신병이 정적을 깨며 "이제 재밍(jamming·방해 신호 송출)을 걸겠습니다."라고 말했다. 국방부 특별 검열단 심사위원들은 두 제품에 재밍을 걸기 시작했다. 방해 신호 속에서도 두 제품 모두 무전 통화가 끊어지지 않았다. 재밍에 이어 외부 도청을 위해 무전기 주파수를 찾는 스위핑(sweeping) 또한 실시했지만 두 제품 모두 도청되지 않았다. 우열을 가리기 힘든 상황이었다. 그러자 심사위원들은 재밍 파워를 3단계까지 끌어올렸다. 그 순간이었다. 미국의 SINCGARS-V는 먹통이 되었고, 반면 PRC-999K는 멀쩡하게 잘 작동됐다. 여기저기서 함성이 터져 나왔다. 국산 장비 도입을 반대하던 사람들은 이럴 리가 없다며 2~3회 더 추가 시험을 실시했다.



시험의 모든 과정은 특검단의 비디오에 녹화됐다. 하지만 결과적으로 우리 무전기가 미국 것보다 훨씬 더 우월한 성능을 가지고 있다는 것이 더욱 확실하게 검증됐다. 이후 1992년 4월에도 보안장비를 연동해 미국의 SINCGARS-V와 비교시험을 실시했다. 이 시험에서도 PRC-999K가 고밀도 운용능력 측면에서 더욱 우수하다는 것이 입증됐다. 이렇게 두 번의 비교시험을 통해 PRC-999K의 우수성은 더욱 확고해졌다. 하지만

이후에도 미국 SINGARS-V 개발업체에서는 PRC-999K의 국내개발을 중단할 것을 주장하며 압력을 행사했고, 해외도입을 주장하던 일부 국내인사들은 PRC-999K가 주파수 도약 운용이 되지 않는다는 허위 첩보를 흘리기 시작했다. 이 때문에 1990년 4월부터 1993년 11월까지 감사원, 특검단, 국회, 국방부 주관의 감사를 8번이나 받아야 했지만 감사 결과 오히려 PRC-999K의 성능이 양호하다는 것만 입증됐다.

PRC-999K는 고장률 감소 및 신뢰성 향상을 위해 초도배치 후에도 연구소와 생산업체가 협력해 최초로 전방지역에 무전기 정비센터를 개소한 후 실시간 정비지원체제를 운영했다. 이렇게 사용자 불만 해소를 위해 노력한 결과 지금도 PRC-999K는 많은 군인들로부터 선진국의 무전기보다 우수한 국내 독자개발 무전기라는 평가를 받고 있다.

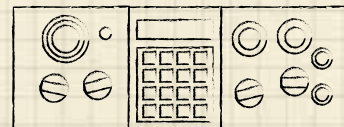
한편 당시 북한은 도청, 감청이 불가능한 PRC-999K의 우수성을 알고 무전기 노획이나 핵심 기술 입수를 위해 혈안이 돼 있었다. 실제로 1996년 9월 동해안 잠수함 공비침투 사건 때 그들의 임무 중 하나는 무전기 노획 또는 핵심 기술 입수였음이 알려졌다. 이때 PRC-999K의 우수한 성능으로 인해 북한이 우리 통신망을 감청할 수 없다는 것이 증명되면서 '공비소탕작전 첨단장비 위력'이라는 제목의 기사가 국내 신문에 대서특필되기도 했다. 📢



PRC-999K를 소개합니다

PRC-999K는 기존에 운용되던 PRC-77의 단일채널 방식과 달리 주파수 도약방식으로 설계돼 적의 도청 및 전파탐지를 어렵게 하는 대전자전 능력을 보유해 통신 보안성면에서 매우 유리하다. 또한 기존 장비에 없던 디지털 데이터 통신 능력을 갖춰 1990년대 이후 대량 보급된 군용 디지털 데이터 장비와 연동해 고품질, 고속 전송이 가능하다. PRC-999K는 PRC-77의 통신채널수 920개를 2320개로 2.5배 증가시켜 전방지역에서 겪는 주파수 채널 부족현상을 대폭 완화시켰다. PRC-999K 이전까지 휴대용(PRC-77)과 차량용(VRC-46계열) 무전기는 별도의 형상으로 구성돼 있었으나, PRC-999K는 공통의 무선송수신기를 사용해 통신병이 운용하는 휴대용(PRC-999K)과 무선 송수신기를 무선 증폭기와 결합해 전술차량에 설치했다. 덕분에 지휘관이 사용하는 장거리통신 무전기인 차량용(VRC-946계열)으로 무전기 구성체계를 단일화해 전력화 지원 및 종합 군수지원 체계의 효율을 극대화했고, 고장률 또한 대폭 줄였다.

PRC-999K는 원거리에서도 야전선을 연결해 무전기 기능을 제어하는 원격조정 능력을 보유하고 있으며, 무전기가 수신대기 상태일 때는 채널이 다른 인접망으로부터 호출여부를 판단하는 탐색기능을 내장해 한 대의 무전기로 송수신뿐만 아니라 예비 채널을 감시하는 것까지 가능하다. 한편 개발 초기부터 전류소모를 최소화하도록 설계돼 기 개발된 동급의 외국 장비에 비해 장비 운용시간이 약 24시간 정도로 가장 긴 것으로 판명됐으며, 장비의 무게도 5.3kg 정도로 외국 동급 무전기에 비해 가벼워 휴대가 용이하다. 주파수 도약형 FM 무전기는 개발 당시 야전지휘통신의 주종을 이루고 있던 PRC-77, VRC-46계열의 무전기를 점진적으로 대체해왔으며, 탁월한 대전자전 능력을 기반으로 전자전 환경 하에서도 음성 및 디지털 데이터 전송을 가능케 해 적의 도청 및 방해에도 고품질의 통신능력을 확보할 수 있게 했다. 만약 동급의 무전기를 전량 수입했을 경우 약 7억불의 외화가 소요될 것으로 추산됐으나, PRC-999K의 국내개발로 이러한 외화 유출도 방지할 수 있었다. PRC-999K에 적용된 기술은 이후 우리나라가 세계 최고 경쟁력을 갖고 있는 CDMA(부호분할다중접속) 기술에도 활용됐다. 휴대전화에 적용된 CDMA기술은 차기 FM무전기 개발에 힘입어 민간에서 자신감을 가지고 도입한 덕분에 세계 최초로 상용화하는 성과를 이뤘다. 또한 PRC-999K는 해외 수출형 무전기(PRC-999KE-C)로 개조 후 2006년부터 인도네시아 등 해외에 약 2,000대 이상 수출돼 군 통신장비 해외 수출의 효시가 됐다. PRC-999K 개발의 핵심기술은 현재 SDR(Software Defined Radio) 기술을 적용한 TMMR(Tactical Multiband Multirole Radio:전술 다대역다기능무전기)개발에도 적극적으로 활용하고 있다.



Chapter 19

야간 전투력 증강의 효시 '전방감시용 열영상장비(TOD)'

- 연구개발은 타이밍이다
- 팜과 시간과의 전쟁, 세상에 공짜는 없다
- 실험실의 작품을 야전의 제품으로...



연구개발은 타이밍이다

한반도는 산악지형 등 관측이 제한되는 지역이 많아 야간작전수행을 위한 감시능력 확보가 전투수행의 중요한 요소로 꼽힌다. 우리 군은 1970~1980년대 당시 전투수칙에 '나는 야간전투의 승리자가 되겠다'는 구호를 넣었을 정도로 야간전투력 증강에 큰 관심을 쏟았지만 실제 야간작전을 위한 감시정찰 자산은 거의 없는 상황이었다. 월남전 참전 이후 극소량의 미제 1세대 광증폭 야시장비가 들어왔고 이후 1980년대 초반 연구소가 1, 2세대 광증폭형 야간관측장비를 모방 개발하여 생산 보급했지만, 광증폭 야시장비는 탐지거리가 제한되고 달빛의 유무 혹은 기상상태에 따라 영향을 많이 받았으며 경계병이 혼자 장비에 눈을 대고 관측하는 방식이라 체계적인 감시정찰은 어려웠다. 이에 합참은 1980년대 후반 당시 선진국에서 운용하던 열영상 장비를 도입해 전방과 해안의 야간감시에 활용하겠다는 계획을 세웠고, 육군은 이에 해당되는 선진국의 대상 장비를 평가해 1991년 후반기에 TOD(AN/TAS-502) 장비를 해외에서 도입해 전방에 전력화했다. 제대로 된 감시 자산을 처음 가지게 된 우리 군은 밤새도록 눈에 불을 켜고 신나게 야간 경계를 할 수 있었다. 그러나 그 기쁨은 오래가지 못했다. 배치된 지 불과 석 달도 지나지 않아 장비의 절반 정도가 작동이 되지 않았기 때문이다. 당시 TOD 장비의 고장간 평균 시간(MTBF)은 1,000시간 정도였는데 매일 같이 야간에 10시간 이상씩 계속 운용한 문제도 있었고, 전방지역의 불안정한 전력 사정도 있었으며 정비유지에 취약한 해외도입 장비 자체의 구조적 특성 또한 문제가 됐다.

그런데 장비를 도입한 지 1년이 채 되지 않은 1992년 5월, 우리 군은 한밤중에 전방지역에서 군사분계선을 넘어온 무장공비를 해외도입 TOD 장비로 탐지해 그날 새벽 3명 모두를 사살하는 큰 전과를 세웠다. TOD 장비의 효용성이 입증되는 순간이었다. 그러자 해외도입 TOD 장비에 대한 정비 유지 취약성은 어느새 수면 아래로 사라져 버리고 TOD 장비에 대한 추가 수요가 제기됐다. 이에 국방부와 육군은 해외도입 제작사와 추가 도입을 위한 협상을 실시했지만, 해외 제작사는 여러 이유를 들어 가격을 기존 도입가 대비 2배로 증액했다. 아울러 그동안 조달하던 정비 유지 부품의 가격도 2~4배 인상했다. 국방부와 육군은 어쩔 수 없이 다른 방법을 찾아야만 했다. 마침 1992년은 연구소가 응용연구를 통해 TOD 장비의 기반 기술을 독자적으로 확보하게 된 해였다.

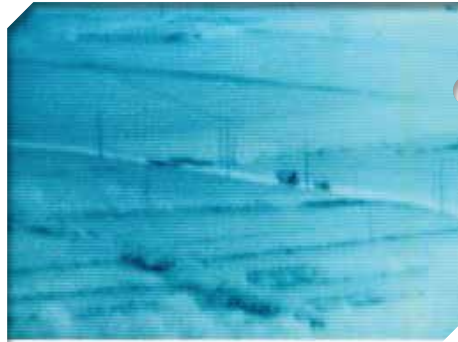
연구소는 1992년 7월에 육군 정보학교의 협조를 얻어 독자 개발한 응용연구 시제와 해외도입 TOD 장비와의 열 영상을 비교 시연했다.

응용연구 시제의 겉모습은 이리저리 낯뻐되고 여러 조각으로 연결돼 조악하기 짝이 없었지만 열 영상의 화질만큼은 해외도입 장비보다 월등히 우수한 것으로 평가됐다. 이러한 소문은 삼시간에 사방으로 전파됐고 추가 도입 장비의 가격 상승으로 고민 중이던 국방부의 귀에도 들어가게 됐다. 국방부는 1993년 7월 TOD 장비의 획득방법을 해외도입에서 국내 연구개발로 변경해 의결했다. 만약 TOD 장비가 계속 해외도입으로 추진됐다면 연구소의 연구결과는 마땅한 적용 무기체계를 찾지 못해 기술의 실용화 가능성 확보 차원의 응

용연구로 끝나버렸을 상황이었다. 서로의 타이밍이 참으로 절묘하게 맞아 떨어진 것이다. 이후 1993년부터 1996년 6월까지 수행된 시험개발 단계에서 연구소는 체계개발 수준의 TOD 장비를 개발했고, 핵심기술 및 부품 연구개발 사업기간 내에 무기체계 연구개발 사업에 해당하는 전투용사용가 판정과 무기체계 채택 그리고 국방규격서 제정까지 완료하는 전무후무한 연구 성과를 이뤘다.

땀과 시간과의 전쟁, 세상에 공짜는 없다

감시정찰장비 분야의 최고 선진국인 미국은 1960년대부터 본격적으로 열영상장비에 대한 연구를 시작해 1970년대 후반 이후 각 군의 무기체계로 전력화하기 시작했으며, 그 외 다른 선진국들도 1980년대 이후 다양한 무기체계들을 전력화해 선보이고 있었다. 미국의 기술은 병렬 주사 방식으로 검출기를 세로로 배열해 거울을 이용해서 2차원 영상을 획득하는 것이었는데 영상의 불균일함이 심하다는 단점이 있었다. 캐나다는 미국의 또 다른 기술인 직렬 주사 방식을 이용했는데 영상이 균일한 장점이 있었으나 주사 속도가 빨라 구조적으로 취약하다는 단점이 있었다. 이 두 가지를 결합해 각각의 단점을 해소시킨 것이 바로 직병렬 주사방식이다. 이 기술은 당시 영국과 프랑스가 발전시킨 첨단 기술로 우리나라는 구체적인 기술 내용은 물론 간략한 자료조차 얻을 수 없었다.



TOD 열 영상 비교
해외도입장비(위)
국내개발장비(아래)

뒤늦게 독자기술 확보를 위해 뛰어든 연구소는 세계 최고의 직병렬 주사방식 기술 획득을 목표로 했다. 하지만 시설은 물론 개발인력, 예산 등 모든 요소들이 형편없이 부족한 실정이라서 불과 2~3명이 실험실에서 주사장치와 신호처리기를 직접 설계 및 제작해야 했다. 1990년 2천만 원 남짓으로 자체 수행한 시작품은 기초연구 수준도 안 되는 것이었다. 시작품으로 얻어진 열 영상 속 사람은 마치 도깨비처럼 보였다. 그래도 이것이 시작이었다.

연구팀은 독자 설계로 제작된 직병렬 주사방식 기술을 통해 처음 영망으로 찌그리진 열 영상을 본 것인데 이는 열 영상을 본 것이 아니라 가능성과 자신감을 본 것이나 마찬가지였다.

1991년부터는 개정된 무기체계 획득관리 규정에 따라 보다 체계적으로 응용연구를 수행할 수 있었고, 예산도 조금 늘어 시제업체를 활용할 수 있는 여력이 생겼다. 광학과 전자 분야의 전문 인력도 충원할 수 있었다. 그래도 여전히 예산은 부족했고 미래도 불투명해 시제업체를 설득해 참여시키기까지의 과정에는 많은 어려움이 있었다. 개발 과정은 땀과 시간과의 전쟁이었다. 선진국의 수십 분의 1도 안 되는 열악한 연구 환경에서 믿을 수 있었던 것은 서로에 대한 신뢰와 열정이었다. 내 업무, 네 역할이 따로 없이 모두가 일치단결하여 부족한 점을 채워나가야만 했다. 모든 연구원들은 아침 일찍 출근해 점심과 저녁을 같이 먹고, 자연스럽게 밤 12시가 되어서야 퇴근을 했다. 연구소와 시제업체의 구분도 없었다. 그 결과 1991년부터 1992년 초까지 연구소가 설계하고 시제업체에서 제작한 조각조각의 응용연구 시제가 해외 도입된 정규 장비 보다 열 영상 측면에서 월등하다는 것이 증명됐다. 불과 두 번째 설계 및 제작을 한 시제에서 대박이 난 것이었다. 그러나 이것은 또 다른 시작이었다.

실험실의 작품을 야전의 제품으로...

1993년 국방부, 합참, 육군 등 여러 기관과 협조자들의 격려 속에서 시험개발이 착수됐다. 연구원들은 원천 핵심기술을 모두 다 확보했으니 이제 군 장비답게 잘 포장만 하면 되겠다는 생각으로 시험시제 1호기를 설계 제작했다. 그러나 히트를 쳤던 여러 조각의 응용연구 시제는 실험실 속에서의 작품이었다. 군은 실험실의 '작품'을 요구한 것이 아니라 운용자들이 야전에서 마음껏 사용할 수 있는 '제품'을 요구했다. 잘 만들었다고 생각한 시제는 하나로 결합하자 공룡처럼 무겁고 거대해졌으며, 열 영상은 잡음과 신호 간섭으로 영망이 돼버렸다. 시험개발 1차 시제는 그렇게 담당 연구원들에게 참담함만 안겨줬다. 이후 시험개발 2차 시제에서는 거의 대부분의 연구를 다시 시작해야 했다. 다행히 연구팀도 열 영상에 대해서는 완전히 프로가 돼 있었다. 마음에 들지 않는 설계, 조금이라도 곱고려운 영상, 불편한 운용방식 등은 단 며칠이라도 그냥 내버려 둘 수 없었다. 당시 연구원들은 이중배울 적외선 광학계, 고속의 2차원 정밀 직병렬 주사장치, 초저잡음의 고속 영상 신호처리기, 내부 열처리 뿐 아니라 원격조종장치, 심지어는 탑재 차량에 대해서도 전문가가 돼야 했다.



마지막 난관은 정비 장비였다. 1990년대 초는 군이 종합군수지원(ILS) 분야에 본격적으로 관심을 갖기 시작한 시기였다. 종합군수지원은 수명주기 비용과 직결되는 중요한 요소로 점차 획득비용보다 더 많이 소요되는 운용유지비를 절감할 수 있는 방안을 찾는 것이 무엇보다 중요했다. 당시 바쁜 와중에 심혈을 기울여 만든 전자 야전정비장비는 3등분 된 탓에 캐비닛 2개 정도로 크기가 매우 컸지만 연구원들에게는 큰 자랑거리였다. 기관이나 모듈을 장착하고 PC를 이용해 마우스로 톡톡 누르면 구성품의 고장 여부를 자동으로 검사해줄 뿐만 아니라 고장 부위도 주요 부품 단위로 나타나도록 개발한 것이었다. 그런데 군의 운용평가가 막 시작될 시점에 군은 TOD 장비의 운용 가용도를 높이기 위해 이동형 정비 장비로 변경해야 한다는 의견을 제시했다.

‘그동안 얼마나 고생했는데 이제 와서 설계 개념부터 원천적으로 바꿔 다시 시작하라니...’

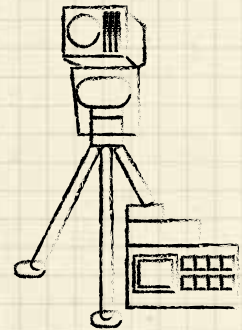
연구원들은 심각한 고민에 빠졌지만 다른 대안은 없었다. 이동 정비를 위해서는 장비의 야전운용 환경성부터 다시 고려해야 했다. 현장 근접지원이 가능토록 이동형 정비장비로 외형을 최소화해 크기는 1/3 수준으로 줄이고, 차량 이동시의 진동 및 충격에 견딜 수 있도록 진동 흡수형 운반상자를 사용해 기능은 기존 개발 장비와 유사하게 유지했다. 고비를 가까스로 넘기면서 TOD 장비 개발과 관련한 기술적 어려움 및 문제점들은 모두 해소됐다.

개발 당시를 돌이켜보면 국방부, 합참, 육군 등 관련 부처들의 협조 및 협력이 가장 든든한 후원이었다. 연구소는 개발 과정과 현황을 공유하고 요구사항을 검토해 최대한 반영하며 특별한 이슈가 발생할 때마다 기술적인 해결 방안을 설명했다. TOD 장비 관련 부처는 25개나 됐는데 당시 군은 8시에 출근하고 연구소는 9시에 출근하는 상황이었다. 또 국방부와 군은 당시 토요일 오전 근무를 했고, 연구소는 격주로 토요일 전일 근무를 하고 있었다. 군 실무자는 아침 7시 30분 경 출근하여 8시에 통상 상부 보고를 시작했는데 중간에 연구소에 확인을 하거나 기술 설명을 들어야 할 때가 많아 보통 7시 30분부터는 연구소 전화기에 불이 나기 시작했다. 이때는 휴대전화도 거의 없던 시절이라 사무실에서 전화를 받지 않으면 다른 연락 방법이 없었다. 이 때문에 TOD 연구책임자들의 출근시간은 자연스럽게 아침 7시로 조정됐고 토요일 휴무도 없어지게 됐다. 사실 연구책임자 뿐 아니라 거의 모든 연구원들이 시간에 쫓겨 토요일은 말할 필요도 없고, 일요일에도 절반쯤은 나와야 했다. TOD 장비를 조달했던 해외 제작사는 연구소의 시험개발 초기에는 큰 걱정을 하지 않았다. 당시에 열영상장비 기술은 워낙 복잡하고 어려운 기술이었기 때문에 연구소가 조금 개발하는 시늉을 하다가 포기할 것이라고 생각하며 우리 군이 자신들의 해외장비를 추가 도입할 것이라고 믿었다. 그런데 막상 1994년 연구소의 2차 시제품이 제작되고 1995년부터 군 운용시험 평가가 시작되자 해외 제작사는 당황하기 시작했다. 그래서 다양한 경로를 통해 연구소의 개발품을 비하하고, 지금이라도 해당 업체와 협력하면 장비는 물론 기술까지 전부 제공하겠다고 제안하기도 했지만 군의 결심은 국내개발로 이미 확고하게 굳어져 흔들림이 없었다. 📍

전방감시용 열영상장비(TOD)를 소개합니다.



전방감시용 열영상장비



열상관측장비(TOD : Thermal Observation Device)로도 불리는 전방감시용 열영상장비(TAS-970K)는 전방, 해안 및 강안 지역의 야간 경계력 보강을 위한 감시장비로 물체에서 방출되는 적외선 영역의 에너지 차이, 즉 온도 차이를 검출해 주야간 실시간으로 동영상 정보를 제공하는 장비다. 전방감시용 열영상장비(TAS-970K)는 직병렬 주사방식을 사용하는 1세대 열영상장비이며, 현재는 원적외선 영역의 2세대 열영상장비와 중적외선 영역의 3세대 열영상장비가 선진국 뿐 아니라 국내에서도 주류를 이루고 있다. 20년 전 전력화돼 한 국군의 야간 전투력 증가와 열영상장비 기술개발의 효시가 됐으며, 연구소는 이를 바탕으로 첨단 기술들을 지속 발전시켜 여러 무기체계로 파급시켰다. 예를 들면 원적외선 영역의 2세대 열영상기술로 K2 흑표 전차의 포수조준경과 전차장조준경을 개발한 바 있으며, 중적외선 3세대 열영상기술로는 군단무인기 영상감지기용 열상모듈, 헬기용 전방관측 적외선장비(FILIR), 함정용 전자광학 추적장치(EOTS)를 개발했다. 특히 함정용 EOTS 장비의 40배율 고해상 열영상기술은 시제업체를 통해 차기 TOD 장비 개발에 활용됐다. 현재 연구소는 이러한 열영상기술을 광역, 장거리, 고해상 및 위장 표적 탐지 등 여러 첨단 무기체계에 신개념으로 적용하기 위한 노력을 거듭하고 있다.



Chapter 20

적진을 꿰뚫어보는 눈 '정찰용 무인항공기 열상센서'

- 9회 말 끝내기 역전 홈런
- 응용연구 시제품으로 군 사용가 판정
- 배수의 진, 화약을 지고 불 속으로

9회 말 끝내기 역전 홈런

1996년 6월까지 연구소의 열상센서 연구팀은 국내 최초로 전방감시용 열영상장비(TAS-970K, TOD)의 개발 및 규격화를 마쳤다. 이후 연구팀은 새롭게 시작된 초점면 배열 열상기술 응용연구 과제를 통해 전자 또는 소형항공기에 탑재될 수 있는 2종류의 차세대 열상센서 개념을 도출하기 시작했다. TOD 장비는 시험개발 과제로 진행됐는데 짧은 연구개발 기간 중 무기체계 채택까지 완료시켜 모두가 기진맥진한 상태였기 때문에 이어진 초점면 배열 열상기술 응용연구 과제는 설계와 실험을 차근차근 병행하는 것으로 계획을 수립했다. 당시 체계개발 중이었던 군단 무인항공기 송골매의 실용개발 기간은 열상센서 연구팀이 탑재용 센서를 이제 막 걸음마 수준으로 연구하는 실험실 수준의 응용연구 기간과 거의 일치했기 때문에 이미 10여년 이상 경험을 가진 선진국에서 송골매의 열상센서를 도입하는 것이 당연시 됐다. 당시 연구원들에게 무인항공기용 열상센서는 언감생심 올려다보기도 어려운 높은 장벽이었다.

한편 육군은 국내에서 TOD 장비가 전력화 된 이후 기동 전투 차량이나 헬기 등 여러 탑재체에 열상센서를 장착하고자 했다. 당시 야간에 탑재체 영상을 통해 감시정찰이나 사격통제를 할 수 있는 수단은 매우 제한적이었기 때문이다. 심지어 1997년에는 지상 감시용으로 개발된 TOD 장비를 UH-1 계열의 헬기에 탑재해 자체 시험을 실시하기도 했고, 이와 관련해 연구소에 기술검토 의뢰를 하기도 했다.

하지만 TOD 장비는 크고 무거워 탑재 자체가 위협했고, 안정화 장치가 없어 성능을 보장할 수 없었다. 1998년 연구팀은 실험실에서 20배율 적외선 줌 광학계를 설계하고 첨단 신호처리 알고리즘을 적용하는 등 소형 항공기용 1차 연구모델을 제작해 어설픈 영상 보기를 시작했다.

이때 합참은 육·해·공군의 UH-60, Lynx, HH-47 헬기에 각각 탑재되는 헬기용 전방관측 적외선장비(HFLIR : Heliborne Forward Looking InfraRed)의 공통 작전운용성능을 확정했으며, 국내개발 가능성을 연구소에 문의해왔다. 헬기 탑재용 HFLIR의 안정화 장치, 표적 추적 기능은 모두 국내 독자개발이 가능했다. 그런데 야간 운항과 표적획득을 위한 핵심모듈인 열상센서가 문제였다. 군은 2000년부터 2003년까지 HFLIR의 체계개발을 완료하고 2004년부터 전력화를 요구했다.

국내에서 초점면 배열 열상기술 과제를 통해 연구개발 중이던 소형항공기용 열상센서는 1999년까지 응용연구, 2003년까지 시험개발을 해야 하는 실정이라 기간이 전혀 맞지 않았다.

HFLIR의 체계개발 기간은 4년이지만 마지막 2년 동안은 체계종합과 시험평가가 계획되었었기 때문에 초기 2년 동안 딱 한 번 시제 구성품들을 만들어 볼 수밖에 없었고 열상센서도 예외가 아니었다.

즉, 완전히 확보된 기술을 가지고 단 한 번 만에 HFLIR 체계에 들어가는 첨단 열상센서를 설계 및 제작해야 하는 상황이었지만 1999년 완료되는 응용연구의 결과로는 불가능한 상태였다. 하지만 연구팀은 2000년 초 응용연구 결과로 제작한 열상센서 시제품으로 송골매의 실용 운용 시험에 참여해 동등 이상의 성능을 보이고, 1994년부터 사용되던 이스라엘 도입 시제품을 대신하는 쾌거를 이뤘다. 이는 단 한 번의 기회에서 9회 말 끝내기 역전 홈런을 친 것이나 마찬가지였다. 이후 육·해·공군 헬기용 HFLIR의 정부주도 연구개발 사업에서도 국내 독자 개발된 첨단 열상센서가 전력화 됐다.

응용연구 시제품으로 군 사용가 판정

정찰용 무인항공기 송골매(RQ-101)는 전방 군단 지역에서 적 활동을 정찰하고 전장을 주·야간 감시하기 위한 무기체계다. 송골매는 1991년부터 1993년 중반까지 탐색개발을 통해 기술적 어려움이 예상되는 비행체, 발사대 등의 설계와 제작 기술을 습득했다. 이후 1993년 말부터 1997년 중반까지 선행개발을 통해 전체 무인항공기 체계의 설계와 제작 기술을 확보했으며, 종합적인 1차 시험평가가 이뤄졌다. 1997년 말부터 2000년 중반까지의 실용개발 단계에서는 선행개발 시에 제기된 여러 요구사항을 보완해 시제를 제작하고 최종적으로 군 작전운용성능과 운용적합성을 확인했다. 2000년 후반에는 전투용사용가 판정을 받았으며 2001년 초 국방규격을 승인받아 전력화됐다.

송골매에는 주·야간 감시정찰 활동을 위한 영상감지기(DAQ-01K)가 탑재되는데 영상감지기는 센서 구동 조립체와 제어 유니트로 구성된다.

센서 구동 조립체는 무인항공기의 기동과 진동에 의한 영상 흔들림을 보상해 항상 안정된 영상을 획득하게 해주는 안정화 굴림대가 있는데 이 안에 낮 관측을 위한 주간 카메라와 야간 또는 악시정시 활용하기 위한 열상센서가 내장된다.

제어 유니트는 영상센서가 내장된 안정화 굴림대를 표적방향으로 구동시키는 제어 명령을 내리고 표적을 지속적으로 추적할 수 있는 기능을 가진다. 영상감지기는 1993년 별도의 핵심기술 및 부품사업으로 응용 연구를 수행하고, 1994년부터 1996년까지 시험개발로 국내개발을 하고 있었다. 송골매 선행개발 단계에서는 우선 미국의 한 업체로부터 영상감지기를 도입했으며, 경쟁 시험평가를 통해 탑재 영상감지기를 선정하기로 했다. 1996년 말부터 1997년 초반까지 수행된 송골매의 선행 기술 및 운용시험과정에서는 연구소가 이제 막 독자 개발한 영상감지기가 해외 도입품보다 표적의 자동추적 기능 및 조작성 등에서 높은 성능을 보여 국내 영상감지기가 선택됐다.



정찰용 무인항공기
열상센서 구성품



선행개발 때 까지만 해도 영상감지기는 주간용과 야간용으로 분리돼 있었는데 기술력 부족으로 국내 개발 야간용 영상감지기의 핵심 구성품 중 하나인 열상센서는 이스라엘에서 개발한 원적외선 영역의 1세대 장비를 도입해 활용해야 했다.

이어진 송골매의 실용개발 단계에서는 주간용 및 야간용 영상감지기를 통합해 하나의 안정화 굴림대에 함께 내장시키기로 했기 때문에 열상센서는 더욱 작아져야 했다. 이스라엘 업체는 당시 개발 중이던 성능이 개선된 원적외선 영역의 2세대 장비를 제시했고 국내개발 영상감지기 시제에 도입 및 적용됐다.

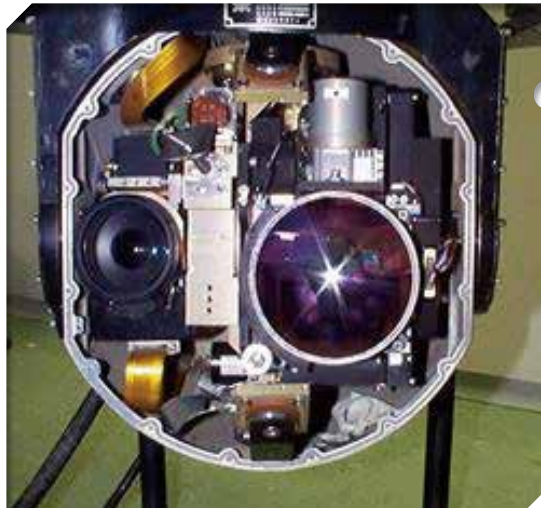
한편 연구소는 1996년부터 1999년까지 새로운 개념인 초점면 배열 열상기술을 확보하기 위해 응용연구를 수행하고 있었다. 초점면 배열 열상기술은 크게 전차 등에 활용하기 위한 원적외선 영역의 주사방식 2세대 열상센서와 소형 항공기 등에 활용하기 위한 중적외선 영역의 비주사방식 3세대 열상센서 기술을 동시에 확보하는 사업이었다. 연구소는 비운영적(실험실) 환경 하에 기술의 타당성과 실용성을 입증하는 연구단계로 정의되는 응용연구 단계에서, 3세대 열상센서 기술을 체계 실용화 단계인 시험개발 급으로 조기 개발해 송골매 영상감지기에 탑재할 수 있게 했다.

이렇게 개발한 열상센서 응용연구 시제품은 국방부, 육군, 육군 교육사, 연구소의 송골매 체계 부서 및 영상감지기 기술부서, 체계개발 업체 등의 협조와 지원을 받아 송골매의 실용 운용시험 기간 중인 2000년에 이스라엘 도입품과 경쟁했다.

국내개발 응용연구 열상센서는 모든 작전운용능력을 충족시켰으며 도입품 동등 이상의 성능으로 평가됐다. 이후 육군은 2001년 초 영상감지기에 들어가는 열상센서 기종을 국내 개발품으로 조달키로 최종 확정했다.

배수의 진, 화약을 지고 불 속으로

기술성숙도(TRL : Technology Readness Level)는 해당 기술이 실제로 응용돼 쓰일 수 있기까지 어느 정도 준비가 되었는지를 확인하는 정량적인 기준으로 하나의 연구 개발 단계에서 통상 2계단 정도씩 상승한다. 그리고 각 수준별 체크리스트 중 충족 항목수가 80%를 초과하는 경우에는 나머지 미 충족된 요소들이 사업에 치명적인 영향을 주지 않는지를 확인한 후 설정된 기술 성숙도 수준을 달성한 것으로 판정한다. 따라서 꼭 일치하는 것은 아니지만 보통 응용 연구 단계에서는 기술성숙도 4 수준을 달성해야 하며, 시험개발 단계에서는 기술성숙도 6이상 수준을 달성해야 한다.

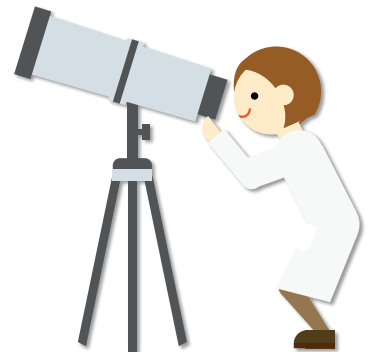


정찰용 무인항공기 열상센서가 장착된 영상감지기 내부

1998년 단 한 번의 시제 기간을 남겨두고 응용연구 단계에서 시험 개발급 시제로 단계를 뛰어 넘어 설계 및 제작하기로 결정했을 때 대부분의 연구원들은 이 결정이 그리 달갑지 않았다. 바로 얼마 전까지 시험개발 단계에서 체계 개발급으로 단계를 뛰어 넘어 전력화한 전방감시용 열영상장비(TAS-970K, TOD) 개발 당시의 고생을 또 다시 겪고 싶지 않았기 때문이었다. 화약을 지고 불 속으로 뛰어드는 형국이었지만 그래도 모두가 프로의 근성을 드러냈다.

아무리 시험 개발급으로 개발했다 하더라도 응용연구 단계의 시제품을 당시 체계개발의 마지막 단계인 실용개발 군 운용시험 평가에 적용한다는 것은 열상센서 연구팀은 물론 체계개발자, 시험평가 관련부서, 육군본부와 국방부의 통제부서 모두에게 걱정스러운 일이었다.

게다가 지상 거치용도 아닌 항공기 탑재용이었다. 행여 만에 하나 항공기에 문제가 발생하면 국산 열상센서와의 연계성이 그 원인으로 대두될 가능성이 높은 상황이었다. 관련 부서의 누구 하나라도 안 된다고 하면 진짜 안 되는 상황이었다. 계획에도 없었고 훈령과도 맞지 않았기 때문에 굵어 부스럼을 만드는 것이기도 했고 추후 책임 문제도 생각해야 했다. 하지만 하나의 공감대가 형성됐다. 야간용 핵심 영상센서를 국산으로 가져가는 것이었다. 이후 실무자로부터 지휘관에 이르기까지 부담과 책임을 안고 간다는 마음으로 적극적으로 검토하고 업무를 수행했다. 체계 업체 연구진들도 센서 연동과 비행시험에 주도적으로 동참했다. 결국 2000년 후반 국방부로부터 전투용사용가 판정을 받았는데 이는 응용연구 단계만의 연구로 시험개발에 해당하는 체계 적용가 판정을 받은 초유의 사건이었고, 서로에 대한 신뢰를 바탕으로 한 또 하나의 쾌거였다. 📌



정찰용 무인항공기 열상센서를 소개합니다

정찰용 무인항공기 열상센서는 항공기에 탑재돼 감시정찰의 임무를 수행한다. 물체에서 방출되는 적외선 에너지를 감지해 표적과 배경 간 온도의 차를 영상의 명암차로 재현하는 장치를 열상센서라고 한다. 열상장비는 물체에서 나오는 적외선 에너지 차이를 영상화하는 장비로 에너지 차이는 보통 물체가 갖는 온도 차이의 세제곱에 비례하므로 온도가 다른 물체를 영상으로 표현할 수 있다. 따라서 건물의 열손실 탐지, 저장탱크 내부의 저장량 측정, 전송선로의 이상유무 확인, 침입자 감시 등 산업계에서도 많이 이용되고 있으며, 최근에는 인쇄회로기판의 검사와 분석, 위성에 의한 기상관측, 의료기기에도 적용돼 점차 그 응용 범위가 확대되고 있다. 열상장비는 빛의 존재와는 무관하게 영상화가 가능하므로 주야간 동일한 영상을 얻을 수 있다. 군사적으로는 그동안 주로 야간 감시장비나 사격통제장비의 센서로 이용돼 왔으며, 열상장비의 효능은 대부분의 작전이 야간에 수행된 지난 걸프전에서 극명하게 드러난 바 있다.



소형 항공기 탑재가 가능한 열상센서의 국내 연구개발 착수 시점은 선진국에 비해 이미 10년 이상 뒤쳐져 있었다. 때문에 군단 정찰용 무인항공기 송골매의 선행개발까지 열상센서는 미국과 이스라엘에서도 도입 수밖에 없었다. 다행인 것은 선행개발 때까지 도입된 열상센서는 모두 원적외선 1세대 직렬 또는 병렬형 주사방식 센서였다는 점이다. 1990년대 초, 중반에 접어들면서 선진국에서 원적외선 2세대 방식 또는 중적외선 3세대 방식의 열상센서를 개발했기 때문에 시작 시점이 비교적 많이 근접해 있었다. 연구소는 소형 항공기 탑재 열상센서의 경험이 전무한 상태였지만 1세대 방식에서는 최고 선진 기술인 직렬 주사방식을 이용해 전방감시용 열영상장비(TAS-970K, TOD)를 막 개발 완료한 시점이었기에 어느 정도 자신감이 있었다.

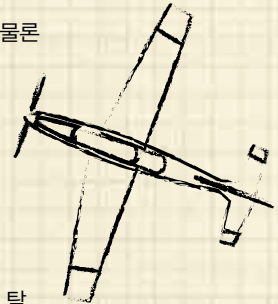
송골매의 실용개발이 시작됐을 때 국내 개발품으로 탑재하기로 한 영상감지기 안의 핵심모듈인 열상센서는 계속 이스라엘에서 도입해 내장하기로 했다. 이스라엘 측은 기존의 1세대 방식 대신 영상의 선명도 등에서 성능이 대폭 개선된 2세대 열상센서를 제안했다. 그런데 영상감지기 내장용 2세대 열상센서는 이스라엘에서도 새롭게 만들어 제공해야 하는 입장이었다. 탑재용 센서에 대한 경험 유무에서만 차이가 났을 뿐 상황이 국내 연구개발과 크게 다르지 않았던 것이다. 연구소는 이스라엘의 원적외선 2세대 주사방식 대신 중적외선 3세대 비주사 방식으로 소형 항공기 탑재용 열상센서를 개발하기로 결정했는데 이 결정은 최종 성능 평가에 많은 영향을 미쳤다. 원적외선 2세대 주사방식은 1세대 주사방식보다 성능이 대폭 향상되고 원적외선을 이용해 중적외선보다 유리한 점도 있지만, 주사방식을 사용하지 않고 장비가 복잡해지고 화면에서 수평 줄 사이의 불균일을 완벽하게 해소하기 어렵다는 단점을 갖는다. 하지만 연구팀

은 중적외선 3세대 비주사 방식으로 화면이 마치 가시광선의 일반 캠코더 영상처럼 맑고 균일하게 제공되도록 열영상 신호처리 기법을 개발했다. 주사장치를 사용하지 않기 때문에 장비 구성도 비교적 단순해졌다. 개발된 시제품의 영상을 직접 관측한 모든 관계자들은 화질에 대해 전혀 이의를 제기하지 않았다. 그 정도로 선명한 최상의 적외선 영상을 획득한 것이다. 이스라엘을 비롯한 선진국들도 나중에는 소형 항공기 탑재 열상센서로 대부분 중적외선 3세대 비주사 기술을 적용하게 됐다.

정찰용 무인항공기 열상센서의 핵심기술 중 또 하나는 적외선 줌 광학 기술이었다. 송골매의 선행개발 당시 해외 도입된 열상센서들은 모두 3단계로 배율이 변화되는 광학계였다. 적외선 광학계는 소자의 굴절률이 크고 주변 온도에 따라 변화가 심해 줌 형태로 설계 및 제작하는 것이 어렵다. 이스라엘 측은 송골매의 실용개발 단계에서 열상센서에 20배율의 적외선 줌 광학계를 제안했는데, 이스라엘에서 설계한 광학계는 모두 10개의 광학부품으로 구성돼 있었다. 이 중 3개가 독립적으로 움직이면서 배율을 조정했는데 조정되는 렌즈들의 궤적이 매우 비선형적인 데다 어떤 배율에서는 궤적이 커브를 그려 순간적으로 배율 정보를 잃어버리는 경우가 발생하기도 했다. 또 온도가 급격히 변화하거나 배율이 변화할 때 초점이 흐려지기 일쑤여서 운용자가 그때마다 일일이 초점을 조정해야 하는 불편함이 있었다. 연구팀은 7개의 렌즈로 20배의 줌 배율을 갖는 적외선 광학계를 설계했다. 단

2개의 렌즈만을 선형적으로 움직여 1배에서 20배까지 연속적으로 배율을 변화시킬 수 있었다. 또 렌즈와 기구부의 열팽창 등을 고려해 운용 온도 범위 내에서도 언제나 일정한 초점이 유지되도록 했다. 이와 함께 미소 주사기법을 사용, 영상 화소 수를 4배로 증가시켰다. 즉, 8만개 미만의 검출소자로 30만 화소 이상의 세밀한 영상 획득을 가능케 한 것이다. 물론 응용연구 단계에서 무인항공기 탑재를 위해 시험개발 단계에서나 적용되는 야전 운용 및 환경성을 모두 충족시키도록 시제품을 제작했다.

이는 경험이 거의 전무한 상태에서 단 기간에 선진국 대열에 올라선 것이다. 탐지 성능 자체는 이스라엘 열상센서나 국내개발 열상센서가 비슷했는데 영상의 안정성과 운용 적합성 면에서는 국내 시제가 월등히 우수했다. 무엇보다도 해외 도입이 당연히 됐던 탐재용 열상센서를 국내개발 품으로 대체할 수 있게 되었다는 것이 큰 의미가 있다. 양산 가격은 이스라엘 측이 제시했던 가격의 절반이면 충분했고, 정비 유지도 용이했다. 소형 항공기 탑재용 열상센서를 개발하고자 했던 다음 단계의 시험개발은 당연히 생략됐으므로 기존에 책정됐던 30여 억 원 이상의 개발 예산은 그대로 절감됐다. 아울러 이 어진 헬기용 전방관측 적외선장비(HFLIR) 체계개발에 국내개발 열상센서를 공통기술로 안정적으로 적용하게 됐다. 이를 통해 우리나라 전자광학 분야의 국방과학 기술수준은 선진권에 진입했으며 장거리 고해상도로 발전을 거듭하고 있다.



Chapter 21

1초에 30화면 어떤 적도 놓치지 않는다 '헬기용 전방관측 적외선장비(HFLIR)'

- 육·해·공 모두에게 필요했던 매의 눈
- 개발 2년 10개월 만에... 이스라엘 뛰어넘다
- 수차례 반복된 진동과의 싸움



육·해·공 모두에게 필요했던 매의 눈

해군은 1990년대 초반부터 수중음탐기와 레이더가 탑재된 대잠작전 헬기인 링스(Lynx)를 운용하고 있었다. 그러나 레이더만으로 항행과 소형표적 등을 확인하기에는 한계가 있어 레이더와 연동해 주·야간 선명한 영상으로 표적을 확인할 수 있는 적외선 열상 카메라가 필요했다. 뿐만 아니라 야간 비행 시 헬기 조종사가 착용하는 야간투시경만으로는 진행 방향의 원거리를 자세히 관측하기에 한계가 있었다. 악시정이나 야간에 원거리 관측이 가능하면서도 헬기 조종석의 각종 계기에 나타나는 항행 정보를 함께 시현해줄 수 있는 전방관측 적외선장비가 필요했던 것이다.

이는 항행 시 장애물에 대한 위험을 회피할 수 있도록 도와주고, 정찰용으로도 활용할 수 있는 것이었다. 특히 링스 헬기에는 열상 카메라를 탑재할 수 있도록 헬기 앞부분에 예비공간도 주어져 있었다.

육군 또한 운용 중이던 UH-60 작전 헬기에 대해 주·야간 원거리 표적 탐지와 안전한 항행을 위한 전방관측 적외선장비의 필요성을 절감했다. 한편 활주로가 아닌 야지에 착륙하거나, 지표면 혹은 해면에 근접하여 임무를 수행하는 탐색구조용 헬기인 공군의 HH-47의 경우 착륙지점의 정밀 탐색뿐만 아니라, 악천 후 시 구조 현장 상황을 파악하기 위해 전방관측 적외선장비가 필수 불가결한 장비로 인식되고 있었다. 해군은 1994년부터 링스 헬기에 전방관측 적외선장비를 탑재하기 위해 해외업체 선정 등 관련 절차를 진행했으나, 선정된 장비가 요구 성능을 충족하는지에 대한 판정 의견이 일치하지 않았고 해외업체의 민원으로 인해 장비를 재선정해야 하는 난관에 봉착했다.

한편 1990년 대 중반 이후 합참은 육군과 공군에서 유사한 기능을 갖는 해외 전방관측 적외선장비를 UH-60, HH-47 헬기에 탑재하려는 소요가 있다는 것을 확인했다. 이후 1998년 8월 육·해·공군의 유사 성능 장비에 대한 종합적 획득 소요와 정비유지를 포함한 종합군수지원 등 획득에서 폐기까지 총 수명주기 동안의 비용 등을 감안해 헬기용 전방관측 적외선장비에 대한 통합 작전운용성능을 확정했다. 이에 따라 국방부는 연구소에 전방관측 적외선장비에 대한 개발가능성을 문의해왔고, 연구소는 고심 끝에 개발이 가능하다는 의견을 제시했다. 이후 국방부가 사업의 타당성을 검토하고 1998년 12월 이 장비를 연구개발 대상사업으로 분류하면서 개발 방법은 연구소 주도 체계개발 사업으로 결정됐다. 이에 따라 연구소는 1999년 9월과 10월에 각 군과 체계개발동의를 체결했으며, 국방부 승인으로 2000년 8월부터 2003년 6월까지 사업을 수행했다.

육·해·공군의 UH-60, 링스, HH-47 헬기에 전방관측 적외선장비를 개발해 장착하는 사업은 별도의 선행연구나 탐색개발 없이 단 한 차례의 체계개발 사업으로 종료됐다. 체계개발 단계에서는 공동 기반 기술로 헬기 요동을 보상할 수 있는 안정화 터렛과 터렛 내부에 설치하는 적외선 열상 카메라가 개발됐고, 개발된



안정화 터렛을 육·해·공 3군의 헬기에 각각 탑재해 감항성을 인증하는 개조장착 부분이 동시에 개발됐다. 적외선 열상 카메라 개발과 해군의 링스 헬기에 대한 개조장착은 2001년 9월에 완료됐으며, 2002년 11월 시험평가가 완료됐다. 이어서 2002년 9월부터 2003년 4월까지 육군의 UH-60에 대한 시험평가를 실시했다. 또한 공군의 HH-47에 대한 시험평가는 2003년 1월부터 2003년 6월까지 수행됐다. 이어 규격화와 함께 동년 후반기에는 육군과의 양산계약이 체결됐다. 각 군별로 사용하는 헬기 기종이 달라 한 사업 내에서도 별도의 시험평가를 실시하고 전투용 적합 판정을 받은 특이한 사업이었다. 항행 정보의 종류와 시험방식, 장착 위치 및 방법 또한 헬기별로 달라 적용 기술도 3종류로 구분해 개발하는 어려움이 있었다. 이에 따라 양산 품질보증을 위한 규격서도 3종으로 작성된 후 승인됐다. 이후 2008년까지 지속된 양산단계에서 헬기용 전방관측 적외선장비는 해군과 공군이 운용하는 UH-60/HH-60 헬기에도 전력화됐다.

개발 2년 10개월 만에... 이스라엘 뛰어넘다

해외에서는 미국의 RAYTHEON사와 FSI사에서 다양한 헬기에 적용할 수 있는 전방관측 적외선장비를 개발해 판매하고 있었다. 특히 미국 RAYTHEON사의 특정 장비는 공군의 HH-47 헬기에 장착돼 헬기와 함께 국내 도입됐다. 그러나 도입된 장비는 카메라 배율이 높지 않아 장거리 관측 성능이 미흡했다. 당시 프랑스와 영국, 이스라엘에서도 유사한 성능의 헬기용 전방관측 적외선장비가 막 개발돼 자국에 배치돼 있었고 국내 진출을 엿보고 있는 실정이었다.

이 시기에 개발된 해외 장비들은 초점면배열 적외선검출기를 적용해 기존 1세대 열상장비에 비해 훨씬 안정적인 2세대 또는 3세대 열상 장비로 개선돼가고 있었으며, 소형 경량 안전화 및 항공기 항법 정보와의 연동 기술이 적용돼 장거리 표적 획득은 물론 항법 보조 장비로도 활용되기 시작 상태였다.

연구소는 1990년 중반부터 주간 카메라와 적외선 열상 카메라가 내장돼 자동영상추적이 가능한 전자광학 추적 장비에 대한 응용연구를 수행한 후, 2000년 초 군단급 무인항공기에 탑재 가능한 영상감지기의 개발을 완료한 상태였다. 이 장비는 주간카메라와 적외선 열상 카메라를 내장해 주·야간 관측이 가능하고 항공기의 요동이나 진동으로부터 영상센서를 보상, 보호해 안정화된 영상을 얻는 기능과 상호 이동 중에도 표적을 잘 찾을 수 있는 추적 기능을 갖추고 있었다. 따라서 안정화 및 표적 추적 기술 자체에는 큰 어려움이 없었으나 소형 경량의 터렛을 설계, 제작하는 기술 및 국내 최초로 독자적인 전방관측 적외선 장비의 헬기 탑재를 위한 기체개조, 탑재체 형상 설계 기술이 추가적으로 필요했다. 또한 감항성 인증도 수행돼야 했다.

가장 큰 어려움은 적외선 열상 카메라를 개발하는 것이었다. 각 군의 소요제기가 한창이던 1996년은 연구소가 국내 최초로 전방감시용 열영상장비를 독자 개발해 전력화한 시점이었지만 이 장비는 1세대 주사방식의 열상장비로 헬기에 탑재하기에는 복잡하고 전력소모도 높으며 무거웠다. 이어 연구소는 1996년부터 1999년까지를 목표로 2세대 및 3세대 열상 카메라 기술을 확보하기 위한 초점면 배열 열상기술 응용연구 과제를 수행했는데, 합참에서 헬기용 전방관측 적외선장비에 대한 통합 작전운용성을 확정하고 국방부가 연구소에 개발가능성을 문의하던 1998년은 응용연구가 한창 진행되던 시점이었다. 응용연구란 기초연구결과를 군사적 문제의 해결책으로 전환하기 위해 실험적 환경 하에서 기술의 타당성과 실용성을 입증하는 연구단계를 말하는 것이다. 따라서 응용연구 결과만으로 단 한 번 시제품을 만들어 볼 수밖에 없는 체계개발에 뛰어 든다는 것은 쉼을 지고 불로 뛰어 드는 것과 같은 형국이었다. 물론 적외선 열상 카메라만 해외 도입해 전방관측 적외선장비를 개발하는 것도 방법이었으나 핵심센서를 도입해 전체 체계를 구성하는 것은 국내 개발이라는 명분에 맞지 않았다. 또한 연구팀은 육·해·공 3군에 공통으로 들어가는 적외선 열상 카메라를 국

→ 헬기용 전방관측 적외선장비가 탑재된 육군의 UH-60 헬기



내 독자 개발할 수 있는 절호의 기회를 놓칠 수 없었다. 따라서 초점면 배열 열상기술 응용연구 단계에서 전방관측 적외선장비에 탑재될 수 있는 3세대 열상 카메라 모듈은 아전 환경성을 부여해 시험 개발 급으로 설계 제작하기로 뜻을 모았다. 아울러 당시 개발 중이던 군단급 무인항공기 영상감지기는 아예 체계 적용이 가능하도록 설계했다. 이후

짧은 개발기간동안 미흡한 경험과 열악한 환경 속에서 밤을 지새우며 연구개발에 몰두했고, 마침내 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 이스라엘에서 도입해 군단급 무인항공기에 시험 중이던 적외선 열상 카메라 모듈보다 우리가 개발한 장비가 더욱 성능이 우수한 것으로 평가된 것이다. 이후 국내 개발 열상모듈(SU-1K)은 2000년 5월 응용연구 결과 전투용사용가 판정을 받았고 군단급 무인항공기 영상감지기에 대체 조달됐다. 또한 이 열상모듈 기술은 헬기용 전방관측 적외선장비에 그대로 적용됐다.

수차례 반복된 진동과의 싸움

체계개발 사업에 착수할 당시 연구소는 군단급 무인항공기에 탑재하는 영상감지기(DAQ-01K)를 독자 개발한 직후였기 때문에 나름대로 자신감에 차 있었다. 그러나 중요한 문제를 간과하고 있었는데 무인기와 헬기는 진동 특성이 판이하다는 점이였다.

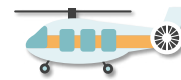
무인기 진동은 높은 주파수 대역의 낮은 진동크기로 대처하기에 용이한 특성을 가진 반면 헬기 진동은 저주파 대역의 높은 진동 크기를 가지고 있었던 것이다.

이 때문에 헬기의 진동이 카메라 내부까지 전달되지 않도록 적절한 방진구를 선정해야 했는데 진동을 잘 차단해 주는 방진구는 강도가 낮아 내구성이 또한 낮았기 때문에 이 둘 사이의 타협점을 찾기 위해 각종 시험과 분석을 수차례 되풀이해야 했다. 또한 공군 HH-47에 장착하는 카메라를 위해서는 특별한 방진구 구조를 고안하여 새롭게 장착대를 설계해야 했다. 진동과 관련된 또 다른 문제는 카메라 내부 광학부품의 공진이었다. 내부로 전달된 높은 진동은 기계적 강도가 약한 광학부품에 공진을 일으키기에 충분했다. 광학부품의 진동은 영상의 흔들림을 초래해 관측성능을 저하시켰다. 이 문제로 인해 양산 초기 소요군에서 관측 성능의 재시험을 요구하는 상황이 발생했으나 기술적인 원인을 분석해 문제가 된 광학부품을 재설계하고 관련된 품질보증 문서를 개정함으로써 무사히 초도양산을 마무리할 수 있었다.



— 헬기용 전방관측 적외선장비가 탑재된 공군의 HH-47 헬기

관측성능평가와 관련해 특이한 점은 다수의 판정관이 동시에 관측해 객관적인 시험을 수행한 점이다. 카메라의 모니터가 헬기 조종석에 배치돼 보조종사만 영상을 관측할 수 있는 문제를 해소하기 위해 다수 인원의 객관적인 평가가 가능하도록 조종석에 설치된 것과 동일한 제품의 모니터를 헬기 캐빈석에 추가 장착해 시험하기도 했다. 링스 헬기에 장착하는 해군용 적외선 열상 카메라의 경우 레이더와 연동해 레이더에서 추적중인 표적의 정보를 카메라로 전송하고 열상 카메라가 표적방향을 지향해 레이더의 표적을 영상으로 확인할 수 있게 해줘야 한다. 이러한 항법 정보와 관련된 부분은 해군의 슈퍼링스 헬기 도입 시 결정된 절충교역 사업을 통해 문서로 입수할 수 있었다. 하지만 절충교역으로 확보된 문서의 분석만으로 성공할 수는 없었을 것이다. 해당부대의 헬기 조종사와 정비사들의 적극적인 협조로 헬기에서 시험되는 항행 정보를 확인해 설계에 반영할 수 있었기 때문이다. 헬기용 전방관측 적외선장비의 국내 개발은 35개월의 짧은 기간 동안 육·해·공군에 소요되는 첨단 무기체계에 공통 핵심기반 기술을 적용해 각각 전력화하고 다양한 유사 무기체계에 파급시켰다는 데에서 큰 의미가 있다. 📍

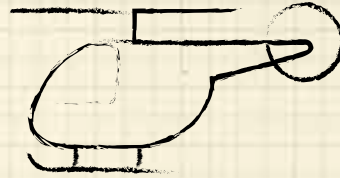


헬기용 전방관측 적외선장비(HFLIR)를 소개합니다



수리온에 탑재된 헬기용 전방관측 적외선장비의 표적 추적 영상

헬기용 전방관측 적외선장비(Forward Looking Infrared, FLIR)는 헬기 등 항공기에 탑재해 악시정 및 야간에 항행 지원 및 표적 획득을 하기 위한 적외선 열 영상 카메라다. 표적과 배경의 적외선 에너지를 적외선 광학계로 집속해 적외선 검출기에서 전기적 신호로 변환한 후, 이 신호를 적절히 처리해 적외선 열 영상을 1초에 30화면, 화면 당 30만 화소의 고선명 동영상으로 획득한다. 항공기 전방의 적외선 열 영상을 획득해 항공기의 항행 정보와 함께 모니터에 시현함으로써 항행 보조장비로 활용하고, 아울러 독자적으로 또는 레이더와 연동하여 지정된 표적으로 카메라의 시선을 지향해 주야간 고배율, 고선명의 표적 열 영상을 획득한 후 작전에 활용한다. 적외선 열상 카메라와 자이로 등을 안정화 기법 내부에 배치하고 원형의 외부 터렛으로 보호함으로써, 항공기에 탑재했을 때 외부 요동이나 진동의 영향 없이 안정적인 영상을 얻을 수 있도록 구성됐다. 운용자는 별도 장착된 조종간 혹은 모니터 패널 부위에 배치된 스위치



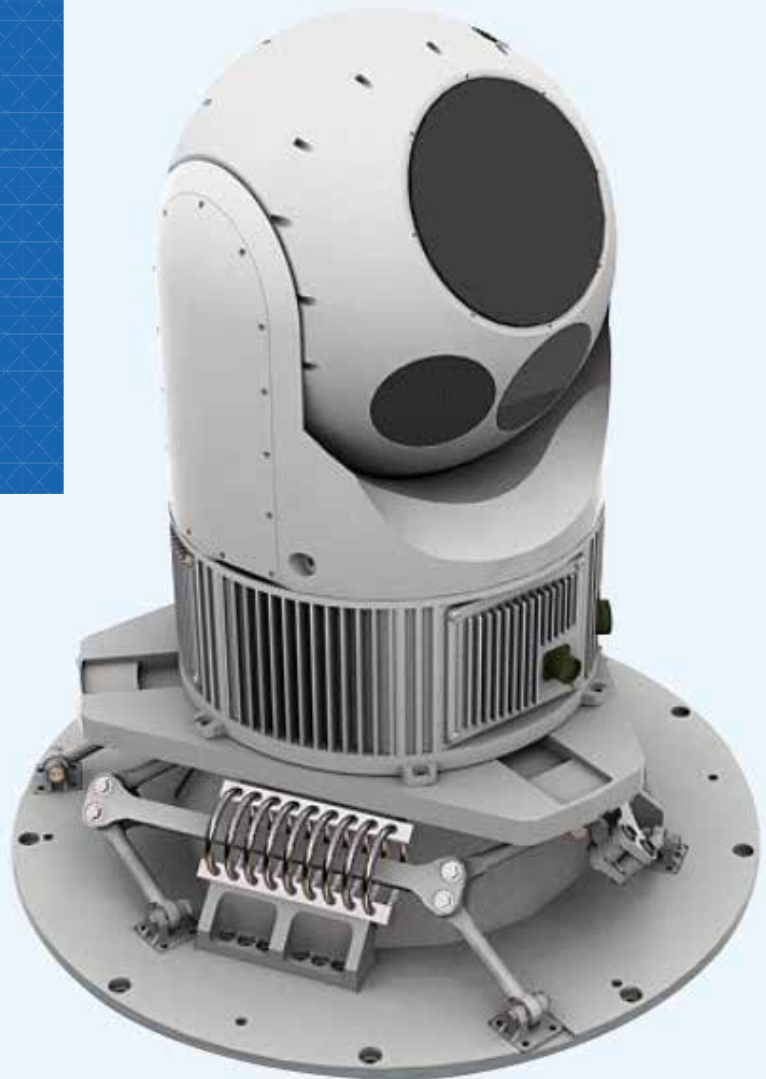
를 이용해 영상의 **대조비, 밝기, 초점** 등의 각종 기능을 제어할 수 있다. 모니터는 헬기 조종사의 야간투시경과 운용호환성이 유지된다. 운용자는 조종간을 이용해 방위각 연속 회전, 고저각 20°~120도 범위에서 원하는 방향으로 시선 구동이 가능하며, 최대 구동속도는 초당 60°이다. 전용 스위치를 이용해 화면 내 표적을 지정하면 헬기 요동에 관계없이 자동으로 표적을 추적해 화면 중앙에 유지시켜 준다. 또한 레이더에서 전송된 표적의 좌표를 수신하여 시선을 표적 방향으로 자동 지향할 수 있다. 자세, 속도, 목적지까지 소요시간 등 헬기의 각종 항행 정보를 그래픽과 숫자로 영상에 중첩시키거나 단독 시현할 수 있다. 적외선 열상 카메라의 시계는 30°(V)×40°(H)(1배)~1.5°×2°(20배) 범위에서 연속적으로 조정 가능하다. 이러한 연속 줌 기능은 레이더 연동 기능과 함께 사용자 편의를 극대화하는 역할을 하며, 성능 측면에서도 새로운 기법으로 평가되고 있다. 헬기에 탑재되는 전방관측 적외선 장비는 영상을 획득하는 센서 구동기, 헬기와의 연동, 센서의 제어 및 표적 처리 등을 담당하는 시스템 처리기, 운용자가 센서 구동기의 상태와 기능을 제어할 수 있는 다기능 조종간 및 헬기의 항법 정보와 함께 센서 구동기로부터 획득된 영상을 시현하는 다기능 시현기로 구성된다.

한편 소요군이 초도 양산에서 요구한 개선 사항을 양산 시점에 모두 충족시키기는 곤란했다. 따라서 후속 사업인 한국형 헬기 수리온의 전방관측 적외선 장비 개발에 반영해 문제가 해소될 수 있도록 조치했으며, 그 결과 한국형 헬기의 전방관측 적외선장비는 더욱 선명한 영상과 다양한 기능을 구현 할 수 있게 발전됐다. 아울러 이러한 3세대 중적외선 열상 카메라 기술은 40배율의 고배율 주간 및 열상 카메라와 레이저 거리측정 기능이 부가된 함정용 전자광학 추적장비(Electro Optical Tracking System, EOTS), K1A1 전차 전차장 조준경, K21 보병전투장갑차의 사수 및 차장 조준경, 전방관측(Forward Observer, FO)용 주야관측장비, 차기 TOD 장비 개발 등에 다양하게 파급됐다. 헬기용 전방관측 적외선장비는 적외선 열상 카메라만 내장하고 있어 소형 경량화의 이점은 있으나 향후에는 헬기에 다수의 카메라를 장착해 다양한 파장대의 영상을 획득할 필요가 있다. 특히 표적까지의 거리 측정을 위해 소형 레이저 거리측정기를 내장하거나, 주간용 카메라를 내장함으로써 주간에 더 멀리 관측할 수 있어야 하는데 복합적으로 모두 국내 개발이 가능하다. 또한 미래 신개념의 영상 센서로 국내에서 연구개발이 수행되고 있는 초분광 영상감지기나 3차원 레이저 레이더 장비의 탑재도 고려할 만하다.

Chapter 22

해상의적을 찾는 CCTV '함정용 전자광학 추적장비(EOTS)'

- 다시는 없어야 할 연평해전의 아픔
- 윤영하 함과 함께 첫 공개된 EOTS
- 흔들리는 바다 위에서 실시된 사격시험



다시는 없어야 할 연평해전의 아픔

개발 착수 당시 국내 함정 전투체계는 해외 도입에만 의존하고 있었으며 이에 따라 정비유지 비용 및 시간이 과다하게 소요되고 있었다. 제2연평해전의 발발 이후 첨단 함정 및 전투체계에 대한 국방부와 해군의 강력한 소요가 제기됐고 이와 함께 탐색레이더, 추적레이더 및 전자광학 추적장비(EOTS, Electro-Optical Tracking System) 등 우수한 성능을 갖춘 전투체계 핵심 구성품 개발이 요구됐다. 한편 사업 준비 당시 전자광학 추적분야는 2000년 군단급 무인항공기에 탑재한 영상감지기(DAQ-01K)가 전력화된 바 있었으며, 2003년에는 헬기용 전방관측 적외선장비(AAQ-333)의 시험평가를 완료한 상태였다. 이와 같이 정찰용 탑재 영상 센서로는 기반 기술이 확보된 상태였으나, 함정에 탑재해 주야간 원거리 영상을 획득하고 표적까지의 거리측정이 가능한 고성능 광학 센서로의 통합과 정밀 추적 제어를 요하는 사격통제용 추적 센서로는 기술의 진일보가 필요한 시점이었다. 관측 및 정찰용 센서의 기술 개발에 대한 성과가 무르익어 가던 시절, 때마침 요구된 함정용 전투체계의 사격통제용 센서 적용을 위한 EOTS의 국내 개발은 연구원들의 의욕을 불태우기에 충분했다.

EOTS는 광학계의 배율을 전환해 광역 혹은 고해상도로 주·야간 영상정보를 획득하며 표적을 자동으로 추적해 표적의 3차원 위치 정보를 제공하는 장비다. 적에 노출되지 않는 은밀성이 장점이며, 현대 정보 전자전에서 유용하게 운용되고 있다. 첨단 고속정의 국내 개발이 시급히 요구됨에 따라 연구소는 2004년 10월 연구개발에 착수해 2008년까지 독자 개발한 유도탄 고속함(PKM) 전투체계의 추적센서 개발에 참여해 국내 최초로 함정 사격통제용 EOTS를 전력화했다. 함정용 EOTS의 개발에 필요한 고해상도 광학센서 설계 기술은 기존의 전방감시용 열영상장비나 무인항공기의 영상감지기에서 획득한 기술을 고배율, 고해상도 기술로 더욱 발전시켰다.

또한 영상추적 및 안정화 구동 제어 기술 등의 핵심 기술은 2003년부터 2006년에 걸쳐 표적획득 추적기술 연구 수행을 통해 정밀도를 대폭 향상시켰다. 이러한 기술 개발 과정을 거쳐 30mm 자주대공포 비호, 함정 전투체계 WSA-423, WM-28 등에 그동안 해외에서 도입하여 운용하던 전자광학 추적장비는 2010년대에 들어서면서 해외 기술종속을 완전히 탈피해 국내에서 독자 개발 및 전력화하게 됐다. 결국 함정용 EOTS의 개발 성공은 관측 장비 수준의 기술에서 정밀 사격통제장비 수준으로 정확도와 무기체계 연동성에 있어 한 단계 진보한 기술 발전을 이루는 전환점이 됐다.

체계개발 과정에서는 이러한 핵심 기술을 통합해 2006년 전투체계에 활용할 수 있는 함정용 EOTS 시제를 완성했다. 또한 2006년부터 시작된 육상체계종합시험을 통해 전투체계의 지휘무장통제체계, 탐색레이더 및 추적레이더 등과의 연동시험을 필두로 개발시험을 완료했다. 이후 2007년 함상통합시험과 함상 공정을 고려한 잠정운용시험 평가를 거쳐 2008년 2단계 운용시험 평가과정에서 마지막으로 대함 및 대공표적 사격시

험을 성공적으로 마침으로써 국내 개발을 완료했다. 함정용 EOTS는 국내 최초로 독자개발 전투체계가 탑재된 유도탄 고속함 1번함인 '운영하 함'과 함께 탄생하게 됐다. 운영하 함은 2002년 제2연평해전에서 북방한계선을 지키다 북한군 경비정 기습으로 전사한 **故 운영하 소령**의 이름을 따서 명명된 것이다. 이렇게 탄생한 개발 장비는 국내 함정용 EOTS의 기본형이 됐고 차기 호위함(FFX-I급, FFX-II)과 차기 상륙함(LST-II) 그리고 차기 기뢰부설함(MLS-II)에도 지속적으로 탑재 적용됐다. 특히 차기 호위함부터는 전자광학 추적장비가 사격통제를 위한 함상 배열 기준 센서로 자리매김하고 있으며 호환성 있는 장비의 공통 적용으로 연구 개발비 및 정비유지 비용을 대폭 절감시켰다. 아울러 개발된 EOTS는 2010년 말레이시아 해군의 수주를 받아 2013년 인도한 훈련함 2척에 탑재돼 함정용 EOTS로는 최초로 해외 수출이라는 성과를 달성했다.

운영하 함과 함께 첫 공개된 EOTS

1990년대 EOTS는 세계적으로 주간카메라, 열상카메라 레이저 거리측정기 등의 광학 센서가 구동부 몸체 외부에 2축으로 장착되는 T자형 형상이 주류를 이뤘다.

그러나 2000년대부터는 센서들을 구동부 몸체 내부에 통합 장착하고 4축으로 구동해 전체 크기와 정밀도를 대폭 향상시킨 볼 형상으로 발전했다.

국내에서는 1990년대 울산, 포항급 함정에 적용된 전투체계인 WSA-423의 Radamec 2400, WM-28의 LIOD MK1 등이 도입되면서 함정용 EOTS를 사용하기 시작했으며, 이는 모두 T자형의 형상을 갖고 있는 시스템으로 개발과 제작의 용이성은 있으나 무게가 무겁고 부피가 커 안정화 및 추적 정확도는 떨어지는 형상이었다. 선진 기술이었던 볼 형상 구현을 위해서는 고해상도 열상카메라의 광학계 소형화가 필수 조건이었다.

이에 따라 연구소는 국내 최초로 4배율의 반사 광학계를 개발하는 것을 첫 목표로 삼았다. 두 번째 목표는 사격 명중률 확보를 위해 사격통제체계에서 요구하는 추적정확도를 충족시키는 일이었다. 추적정확도의 목표 사양은 처음에는 선진국에서 도입 적용하고, 나중에 국내 개발이 추진된 추적레이더의 사양과 동급으로 요구됐다. 이는 당시 관측용 전자광학 수준의 국내 기술로는 턱없이 부족한 수준이었다. 선진국에서는 이를 핑계로 은근히 EOTS의 해외 도입을 부추기고 있었다. 연구팀은 선진 시스템에서 사용하는 스케치 수준의 기술 자료를 겨우 획득해 구조 및 사양을 유추했다. 그리고 분석 내용을 적용해 축 구동을 위한 베어링 대신 마찰이 없는 유연 피벗을 사용하고, 4축의 구동 굴림대를 구성해 추적정확도 및 안정화 성능을 3배 이상 높이기로 했다. 세 번째 목표는 필수적인 요소인 3가지 광학센서 간의 영점 정렬을 달성하는 것이었다. 사격통제용 EOTS는 주간카메라나 열상카메라로 얻은 영상을 이용해 표적을 추적하고 추적 중심점에 레이저를 맞춰 표적까지의 거리를 획득해야 했기 때문이다. T자형 형상의 경우 광학센서가 서로 분산돼 있어 영점정렬



을 수동으로 할 수밖에 없었으나, 불 형상의 경우 광학 센서가 중앙에 밀집돼 있어 발사된 레이저를 영상 센서에 연결시켜주는 광 경로를 추가하면 자동으로 영점정렬이 되도록 설계할 수 있다고 판단됐다. 더불어 대공 사격통제를 위해 운용상 중요한 요소로 신속한 표적 대응 능력이 필요할 것으로 판단해 선진 시스템에서도 찾아볼 수 없었던 표적 자동 포착 기능을 추가 구현하기로 했다. 또한 EOTS를 함정용으로 운용 시 태양열에 의해 내부의 온도가 상승해 영상에 영향을 미치지 않도록 열 문제를 해결해야 했다.

초기에는 함정에서 냉각수를 공급받기로 하고 간단한 수랭식 열교환기를 설계했으나 사업 중간에 냉각수 공급이 불가하다는 통보를 받아 냉장고의 원리와 유사한 공랭식 열교환기로 수정 설계해 이를 해결했다. 제한된 부피의 공랭식 열교환기로 용량을 적합하게 맞추기 위해 열 해석 및 온도 챔버 실험을 반복 수행했으며, 이러한 온도 시험은 전자광학 추적장비의 내부 곳곳에 온도 센서를 부착해 마치 심전도 검사를 하듯 신호를 모니터링하는 방식으로 진행됐다. 이러한 여러 가지 기술적 문제를 모두 해결함으로써 국내 개발 함정용 EOTS 장비는 2008년 말 첫 번째 유도탄 고속함 운영하 함의 취역과 함께 세상에 나오게 됐다.

흔들리는 바다 위에서 실시된 사격시험

의욕적으로 설정한 EOTS의 기술 개발 목표는 처음 시도하는 40배율의 열상 반사광학계 제작과 조립 정렬에서부터 어려움을 겪기 시작했다. 설계한대로 반사경은 제작됐지만 시스템에 통합 장착해보니 반사면의 정밀도가 지지응력에 의해 미세하게 비틀려 영상 성능이 요구 수준 이하로 떨어진 것이다. 지금까지의 굴절 광학계 조립 정렬 과정에서는 겪어보지 못한 난감한 상황이었다. 연구팀은 이것저것 시도해 본 후 결국 시스템 통합 장착 후 반사경의 가공 공정을 수행하는 것으로 변경했고 그 이후 정밀도를 유지할 수 있게 됐다.

추적정확도를 높이기 위해 베어링 대신 채택한 피봇 굴림대가 충격 시험을 수행할 때면 공진을 일으키는 현상도 발생했다. 공진 요소를 분석해 영향을 받지 않도록 구조를 변경하고, 방진 주파수 및 피봇의 강성을 수정해 재확인하는 충격시험 과정을 수차례 시도한 끝에 결국 베어링에 비해 마찰 없이 밸런스를 유지하는 피봇의 장점을 살리게 됐다. 그 후 시스템 통합을 완료해 실험실에서 추적정확도를 측정해보니 목표 사양의 2배 수준으로 만족할 만한 결과를 얻게 됐다.

연구팀은 소요군 참석 하에 추적 시험 데모를 하는 과정에서 우연히 발포 충격에 대한 해외장비 운용 사례를 알게 됐다. EOTS의 하단에 충격 완충장치를 갖고 있는 시스템은 발포 시에도 추적을 유지하나 완충장치가 없는 시스템은 종종 추적을 놓치게 된다는 사례였다. 소요군이 알려준 고마운 정보였다. 연구팀은 즉각 현장 조사를 통해 현가장치의 구조를 파악해 발포 충격은 감쇄하면서 회전변위는 막아줄 수 있는 수평 완충장치를 추가로 설계 제작했다. 실제 사격시험을 실시해 보니 현가장치 추가로 인해 발포 시에도 표적을 놓치

는 일 없이 표적 추적을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 시스템 통합이 완료되고 지휘무장통제체계와 탐색 레이더 및 추적레이더를 비롯한 지상에서의 육상체계종합시험을 거친 후 연구팀은 이제 어려운 관문은 모두 통과 했다는 심정으로 함정 전투체계에 EOTS를 탑재해 바다로 나갔다. 탁 트인 바다에서 차가운 바다 바람을 맞으며 시험하는 기분이 꽤 괜찮을 듯 보였지만 실제로는 하루 종일 출렁이는 파도에 배 멀미를 겪어야 했다. 그런데 표적기를 띄우고 영상 추적시험을 실시하자 예상치 못한 일이 발생했다. 사격통제를 담당하는 체계팀에서 이 상태로는 표적을 명중시킬 수 없다고 한 것이다. EOTS가 제공하는 표적 위치 정보에 파도와 같은 주기의 저주파 오차가 발생하고 있으며, 아무리 추적정확도가 높아도 이와 같은 오차가 있다면 사격통제 장치로 이를 걸러낼 수 없다는 것이었다. 연구팀에는 비상이 걸렸다. EOTS 연구팀보다 사업을 책임지고 있는 전투체계의 체계팀이 종합적인 군 운용시험을 남겨두고 더욱 애타는 상황이 됐다. 올 스톱 상태에서 전자광학 담당의 모든 연구원들이 합심해 분석을 거듭했다. 표적의 위치정보를 생성하는 전 과정을 블록별로 쪼개 데이터를 하나하나 기록하며 철저히 분석한 결과, 3개월 만에 내부 김발의 위치 센서 데이터에 일정한 형태의 왜곡이 발생하는 것을 발견할 수 있었다. 기계적 센서가 아닌 정밀도 높은 광학 센서에서 이러한 왜곡이 발생할 줄은 몰랐다. 알고 보니 센서의 설치 위치가 설계 시 제시한 위치와 수 mm 정도 차이가 있었다. 처음 사용해보는 정밀 센서가 이격거리에 따라 오차를 갖는다는 점을 생각하지 못한 결과였다.

소프트웨어로 우선 보상하고 다시 하드웨어로도 추가 보상을 완료해 추적 시험을 실시하자 전투체계 체계팀에서는 이제 사격해볼 만하다는 오케이 사인을 줬다.

그리고 마침내 운용시험 막바지 사격시험이 수행됐다. 쿵쿵 하는 포 소리와 함께 연구원들의 가슴도 쿵쿵 뛰었다. 결과는 열 발 사격에 열 발 명중이었다. 완벽한 사격 명중률이었다. 사격통제 개발팀과 전자광학 추적장비 개발팀, 시험 평가관들까지 모두 환호성을 질렀다. 📍



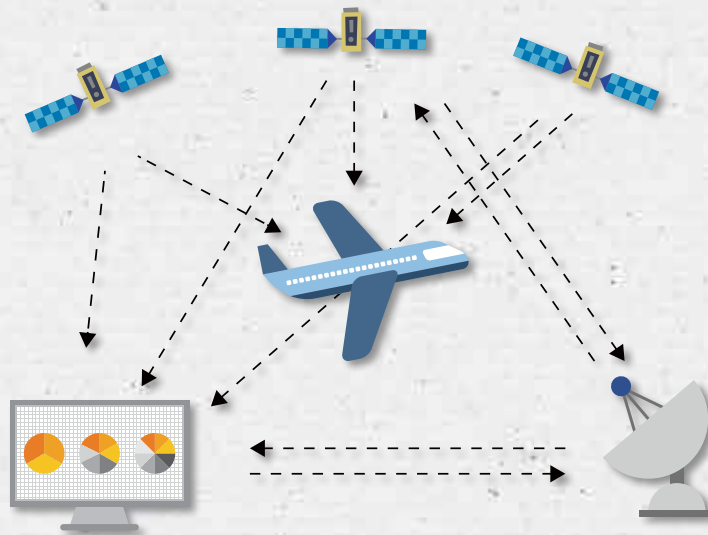
함정용 전자광학추적장비(EOTS)를 소개합니다

EOTS는 전투체계의 사격통제용 핵심 영상센서로 사격에 필요한 표적의 위치 정보를 제공하는 역할을 한다. 매초 360° 전방위를 탐색하는 탐색레이더가 표적을 탐지하면 EOTS는 탐색레이더가 지정한 표적 방향으로 종속 구동한 뒤 영상 센서로부터 획득한 표적 영상정보를 이용해 표적을 자동 포착, 추적한다. 이어 레이저를 발사해 표적까지의 거리 정보를 획득하면 표적의 3차원 위치를 자동으로 산출해 전투체계에 제공한다. 이때 파고에 따른 함정의 흔들림에도 시선을 안정적으로 유지하는 기능이 필요하며 추적 중인 표적에 레이저가 명중할 수 있도록 광학 센서 사이의 조준선이 서로 잘 정렬돼 있어야 한다. EOTS는 열상카메라, 주간카메라, 레이저 거리측정기 등 3개의 광학센서를 탑재하고 있다. 열상카메라는 3~5um의 중적외선 대역 640x480 화소의 고해상도 검출기를 사용했으며 통합 설계된 반사광학계로 2배율(20°x15°), 10배율(4°x3°), 40배율(1°x0.75°)의 3단계 시계를 보유하고 있다. 근적외선의 주간카메라는 일출, 일몰시에도 밝은 시야 확보를 가능하게 하며 2~40배의 연속 줌으로 구동된다. 주간카메라는 처음 컬러 카메라로 제작했으나 해상의 해무 환경에서 대기 투과도가 떨어져 다양한 분석 시험 과정을 거쳐 컬러의 장점보다는 원거리 성능에 유리한 근적외선의 흑백 카메라로 채택했다. 고반복률 레이저 거리측정기는 시스템 형상에 맞게 소형으로 해외에 주문 제작 및 적용했다. 표적 자동추적 기술은 대공 표적 추적에 유리하도록 표적과 배경 간의 대비를 이용하는 방식과 대함 표적의 추적에 유리하도록 표적의 형상 정보를 이용하는 방식을 모두 개발했으며 선택적으로 사용할 수 있게 만들어 추적 운용성을 배가시켰다. 또한 탐색레이더에서 탐지한 표적을 EOTS가 지향해 추적을 시작하기 위해서는 표적에 추적창을 고착시키는 포착 과정이 필요하다. 기존의 도입장비들은 이러한 포착 과정이 수동으로 이뤄졌으나, EOTS에서 이를 자동화해 개발했다. 표적이 EOTS 화면에 나타나는 순간 자동으로 포착하는 기능은 대공 표적에 대해 신속 대응할 수 있어 자함 방어에 유리하다. 이러한 자동 포착 기능은 당시 최신 첨단기술로 극히 일부의 선진국만이 보유하고 있던 기능이었으며 국내 최초로 적용한 기술이다. 이는 개발 착수 당시 요구조건에도 없던 기능이었으나 핵심 기술 연구 과제로 동시 수행한 표적획득추적 기술 연구를 통해 기술을 확보했다. 이를 실 표적이 동원된 체계 적용 시험 과정을 통해 최적화시킴으로써 대공 표적 대응 시간을 5초 이상 단축시킬 수 있었다. 시선 흔들림을 보상하는 안정화 제어 기술 역시 10km 거리에서 표적의 흔들림을 15cm 이내로 보상할 수 있는 정도로 함정용으로는 세계 최고 수준으로 확보했고, 이는 기존의 관측용 시스템에 비해 안정화 정확도가 3배 이상 향상된 것이다.



쉬어가는 페이지

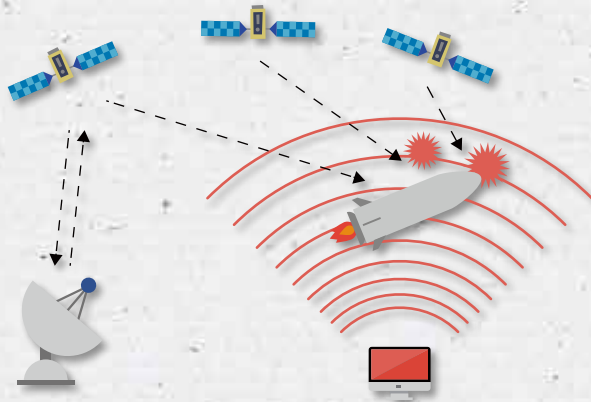
항법과 재밍의 세계



일반인들에게는 다소 생소한 용어이지만, '항법'과 '재밍'은 무기체계 연구개발에 있어 절대 빼 놓을 수 없는 중요한 요소로 꼽힌다. 우선 항법이란 자동차 내비게이션이 목적지까지의 경로와 방향을 결정하기 위해 GPS와 같은 장치를 통해 현재의 위치를 지속적으로 알아내는 행위를 뜻한다. 요즘 같이 복잡한 도로 상황에서 내비게이션 없이 초행길의 목적지를 찾아간다는 것은 대단히 어려운 일이다. 하지만 내비게이션의 항법을 통해 우리는 원하는 목적지까지 빠르고 정확하게 도착할 수 있다. 항법은 지상에서 뿐만 아니라 해상, 수중, 공중, 우주 등의 다양한 공간에서 위치와 방향을 감지해 사용자가 목적지에 도달할 수 있도록 도와준다. 항법기술은 크게 관성항법과 위성항법으로 분류된다. 관성항법의 핵심 기술은 회전 각속도 센서와 선형 가속도 센서다. 이는 유도탄기술통제지침(MTCR : Missile Technology Control Regime)으로 외국과의 수출입이 엄격히 통제되고 있는 분야다. 이에 따라 국내에서는 오랜 기간 관련 기술의 연구개발을 장려해왔으며, 현재 선진국 수준의 부품 제조 및 완성품 제작이 가능한 수준에 도달했다. 위성항법의 대표적인 시스템은 미국의 GPS이며 현재 우리도 이 GPS를 활용하고 있다. 우리나라 역시 상용 GPS 수신기와 항재밍 장치를 제작할 능력은 갖추고 있지만 군용 GPS는 아직 미국으로부터 수입하

고 있어 독자적인 위성항법체계 기술개발에 대한 관심이 점점 더 증대되고 있는 상황이다. 현대화된 전차, 장갑차, 함정, 잠수함, 유도탄, 항공기, 무인기, 인공위성 등은 전투임무를 수행하기 위해 목표 위치로 이동할 때 바로 이 '항법'을

이용한다. 특히 유도탄이나 무인기는 항법을 통해 인간의 도움 없이 계획된 비행경로를 스스로 찾아 자율적으로 이동하기도 한다. 따라서 유도탄이 표적을 명중시키는 정확성은 항법의 기능에 의해 크게 좌우되며, 무인기의 경우 항법을 기반으로 경로비행의 정확성과 이착륙 임무가 수행된다. 항법장치는 다양한 국내 무기체계에 적용된다. 유도탄 분야의 함대함 유도무기 해성과 한국형 GPS 유도폭탄, 지대공 유도무기 천궁, 항공분야의 한국형 헬기, 기동분야의 K21보병전투장갑차와 K2 전차 등에 국내 개발 항법장치가 적용됐다. 현재 연구소는 무인기와 함정 및 잠수함을 위한 항법장치의 연구개발을 진행 중에 있다. 항법기술은 민간분야에서도 널리 활용되고 있는데 대표적인 예로 차량용 내비게이션과 민간여객기 및 선박의 탑재장비 등이 있다. 특히 최근 GPS는 수신장치가 저렴해지고 소형화되어 골프, 등산, 트래킹 등의 레저용으로 각광 받고 있으며, 초소형 전자기계 시스템(MEMS: Micro Electro-Mechanical System)의 관성항법장치도 상용화 시장이 확대되고 있는 추세다.

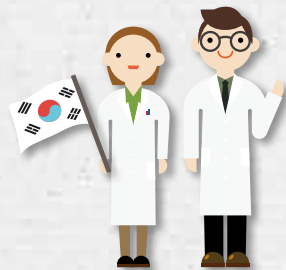


재밍이란 무선신호를 사용하는 레이더 및 통신장비 대해 의도적인 간섭신호로 교란을 일으키는 것을 의미한다. 적의 무선 장비에 교란을 수행해 레이더를 무력화시키거나 통신을 마비시키는 것이다. 재밍은 아군의 장비를 최대한 보호하고 전

투능력을 극대화하기 위해 반드시 필요한 기능이다. 재밍 무기체계는 주로 레이더나 미사일의 표적탐지 및 추적을 방해하는데 사용되고 있다. 최근에는 무인기를 활용한 재밍 무기체계를 개발과 강한 전자파를 사용해 전자소자를 물리적으로 파괴하는 연구 등이 활발히 진행 중이다. 미국, 러시아, 중국 등은 최고의 재밍 기술을 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며, 우리나라는 독자 기술을 통해 재밍 장비를 개발할 수 있는 능력을 보유하고 있다. 또한 현재 국내에는 다양한 종류의 재밍 장비가 배치되어 있다. 대표적인 예로 레이더전파 교란용으로 전투기 및 함정 플랫폼에 탑재되는 재밍 장비 ALQ-200K와 통신신호를 재밍하는 지상 전자전 장비 등이 있다. 재밍을 하는 행위는 법으로 엄격하게 금지되어 있어 민간 분야에서의 활용 범위가 항법만큼 다양하지는 않다. 하지만 정부의 규제 아래 실내 환경에서 수업이나 회의 진행을 방해하는 상용 통신신호에 대해 재밍을 수행해 전화벨 울림, 문자 송수신, 네트워크 접속 게임 등을 차단하는 것이 가능하다.

쉬어가는 페이지

새로운 블루오션, 민·군기술협력



민간분야와 국방기술

우리 삶을 완전히 뒤바꿔놓은 혁신적인 발명품 '컴퓨터'는 미사일의 정확한 탄도를 계산하기 위해 만들어진 탄도 계산기에서 발전한 것이며, '인터넷'은 미국의 군사 통신체계 알파넷을 통해 탄생했다. 또한 군사용으로 개발된 위성항법 시스템은 조그만 장비 속에 전국의 도로망을 모두 담은 내비게이션으로 재탄생했고 이 밖에도 군사용 레이더는 전자레인지에, 모스부호는 라디오에 활용됐다. 이처럼 국방기술은 국방 분야 뿐만 아니라 민간 분야에까지 영역을 넓혀 다양한 방법으로 활용되면서 우리 삶을 더욱 윤택하게 만들어주고 있다.



국방기술을 민간분야에서 활용하는 등 민과 군의 상호 기술을 활용하여 창출되는 시너지를 배가시키는 것이 바로 '민·군기술협력'의 목적이다. 이러한 민·군기술협력은 군에서 개발된 기술을 민간분야에 이전 및 활용하는 스피노프(Spin-off), 반대로 민간에서 개발된 기술을 국방분야에 이전 및 활용하는 스피노온(Spin-on), 민간분야와 국방분야에서 공동으로 이용할 목적으로 기술을 개발하는 스피노업(Spin-up)의 방법으로 추진되고 있다. 현재 국내에서 민·군기술협력은 「민·군기술협력사업 촉진법」에 따라 제도화돼 국방기술과 민간기술의 협력과 융합이 될 수 있도록 추진하고 있으며, 이를 통해 민·군기술에 대한 연구 개발을 촉진하고 민·군 간 규격 표준화 등의 사업을 수행함으로써 산업경쟁력 강화와 국가 안보에 기여 할 수 있도록 노력하고 있다.

민·군기술협력사업은 연구소 민군협력진흥원이 전담기구로 지정되어 총괄 수행하고 있다. 연구소 내에서 그동안 민·군겸용기술개발사업을 주로 수행해 온 민간기술협력센터와 연구소가 보유한 국방기술을 민수에 활용하기 위해 노력해온 창조국방사업단(현,국방기술사업센터)이 2014년 1월에 통합되어 민군협력진흥원이 신설됐고, 이로써 보다 적극적이고 체계적인 민·군기술협력을 추진하기 위한 기반이 조성됐다. 그 결과 다양한 민·군기술협력의 성과물이 창출됐다. 대표적

인 성공사례로, 민과 군에서 공동으로 활용할 수 있는 '고기능 고성능 복합 섬유소재(탄소섬유)'는 고강도 및 고경량의 장점을 가졌으며 자전거 프레임과 무기체계 등에 적용되고 있다. 또한 '차외선급 대형 사파이어'는 흡집이 잘 가지 않는 등의 특성으로 국방 분야에서는 적외선 탐색기 보호창, 민수 분야에서는 휴대폰 카메라 보호창 등에 사용되고 있다. 이 밖에도 군의 '압전 단결정 응용 초음파 센서 설계 기술'을 민간으로 이전해 '반도체 비파괴 검사 초음파 센서'를 개발한 바 있으며, 민간 분야에서 토목·건축용으로 사용되던 측정 장비의 기술을 군에 적용해 포탄 위치 측정을 할 수 있는 '고정밀 측지용 광학장비'를 개발함으로써 군수품의 성능을 한 차원 업그레이드 시켰다.

이렇듯 다양한 성공사례를 창출한 민·군기술협력사업에 대해 과학기술정책연구원(STEP)에서 투자효과를 분석한 결과, 16년간 총 6097.8억 원을 투자해 약 7조 1,344억 원의 효과를 거둔 것으로 알려졌다. 이는 정부 투자금 대비 약 11.7배의 경제효과를 창출한 것이다. 분석결과에서도 알 수 있듯이 민·군기술협력은 상호 유기적인 협력을 통해 기술적으로 새로운 가치를 창출한다. 또한 국가안보는 물론 국가경제에도 새로운 활력을 불어 넣고, 국가경쟁력 강화로 이어질 수 있는 신성장 동력으로 실로 미래의 새로운 블루오션이라 할 수 있다.

05

다섯번째 결정적 순간,
핵심기술





Chapter 23

유도무기의 뜨거운 심장
'열전지'



Chapter 24

전차에 탑재된 예리한 시선
'한국형포수조준경'



Chapter 25

창보다 빠른 최강의 방패
'능동파괴체계'

Chapter 23

유도무기의 뜨거운 심장 '열전지'

- 흔들리는 액체에서 견고한 고체로...
- 결론은 열전지! 어디서부터 시작해야 하나?
- 창의적 발상으로 한계를 극복하다



흔들리는 액체에서 견고한 고체로...

무기체계의 지능화, 정밀화, 무인화 비중이 날로 커져가는 현대전 환경에서 무기체계에 안정적으로 전기를 공급하는 전지는 마치 사람의 몸에 혈액을 공급하는 심장만큼이나 매우 중요한 요소다. 특히 군용 전지는 극한의 환경에서도 정확하게 작동해 무기체계에 전원을 공급해야하기 때문에, 민수용에 비해 우수한 성능과 더불어 탁월한 신뢰성을 가져야 한다.

미사일과 어뢰의 경우 일단 발사되면 외부로부터 전원을 공급받을 수 없으므로 모든 탑재 장비가 정상 작동하려면 반드시 비축전지(Reserve battery)가 필요하다. 선진국에서는 주로 고체 전해질 비축전지인 열전지(Thermal Battery, Li/FeS₂)를 유도무기용 전원으로 사용하고 있다. 하지만 국내 연구개발 초기에는 열전지 관련 기술이 전무한 상태여서, 그나마 기반 기술이 있던 액체 전해질 전지(Li/SOCl₂)부터 먼저 개발에 착수했다. 연구원들은 수백 차례의 위험한 실험을 실시하며 리튬의 폭발적인 위력을 실감했고, 설 새 없이 SOCl₂ 가스의 시큼한 냄새를 맡아가며 노력한 끝에 마침내 2009년 국내 최초로 유도무기용 액체 전해질 비축전지 개발에 성공했다. 하지만 액체 전해질 전지는 출력특성(약 100W/kg)이 열전지(약 10,000W/kg)에 비해 약 100분의 1 수준으로 낮고, 저온 성능이 크게 떨어져 높은 출력을 요구하는 군사적 응용에는 제약이 있었다. 또한 작동 초기에 액체 전해질이 순간적으로 전지 스택(stack) 내부로 주입되는 과정에서 전극간의 단락이 발생해 전지 파열을 초래할 수 있는 위험이 있었다. 스마트폰을 비롯한 대부분의 휴대기기용 전지는 리튬(Li)을 활(活, active)물질로 주로 사용한다. 활물질이란 의미 그대로 살아있는 물질이므로 잘못 다루면 배터리 파열 및 화재, 폭발 위험성 등의 문제가 발생할 수 있다. 특히 액체 전해질을 사용하면 이 같은 위험성은 더욱 증가한다. 이러한 문제점에 대한 해결책은 결국 고체 전해질 전지인 열전지를 개발하는 것이었다. 열전지의 경우 내부 온도는 높지만 전해질 이동이 적어 안전성과 신뢰성이 탁월하고 출력특성 또한 우수하다고 판단됐다.

결론은 열전지! 어디서부터 시작해야 하나?

열전지는 작동 온도가 500°C로 매우 높고 부식성도 강하기 때문에 우선 극한 환경에서 견딜 수 있는 수십 종의 부품부터 새롭게 개발해야 했다. 가장 어려웠던 것은 복잡한 조성을 가지는 음극, 양극, 전해질 등에 쓰이는 전극 재료를 개발하는 것이었다. 모래와 같은 전극 활물질을 디스크(CD) 모양의 얇은 전극으로 찍어내는 기술을 개발하는 과정은 무척이나 어려운 과정이었다. 당시 연구원들은 매일같이 실험실에서 밤늦도록 연구개발에 매달렸다. 처음에는 전극 조성, 입도 조절, 유기 바인더 등을 바꿔가며 실험을 진행했는데, 독한 바인더 냄새 때문에 공장 라인에서 쫓겨난 적도 있었다. 전화위복이었던지 이 덕분에 독립된 국내 최초의 열전지 전용 제조시설을 구축할 수 있었다. 이후 2년간의 고생 끝에 시멘트 역할을 하는 전해질 염으로 모래 같은 활물질 표면을 도포하는 특허 기술을 개발했고, 비로소 세계 최고 수준의 강도를 갖는 전극 개발에 성공했다. 각고의 노력 끝에 순수 국내 기술로 첫 번째 큰 산을 넘게 된 것이다. 그러나 뜻밖의 복병이 나타났다. 미국에서 핵심 부품의 수출을 거부한 것이다. 열전지에 불을 지피는 핵심 부품인 착화기(igniter)와 화약 종이(heat paper)는 미 정부의 수출규

제대상 품목이었다. 실험용으로 소량 구매할 때는 미국에서 수출허가를 내줬지만, 수입량이 많아지면서 심사가 점차 까다로워졌고 결국은 수출 거절 통보를 받게 된 것이다. 다급해진 상황에서 연구소는 업체와 함께 연구개발에 몰두해 착화기 국산화에 성공했다. 도화선의 일종인 화약 종이는 외국 열전지 회사로부터 어깨너머로 배운 기본 공정을 참조해 연구개발에 착수했다. 외국 화약종이는 중금속을 첨가해 연소 온도를 조절하는 기술을 적용하고 있었다. 하지만 열전지의 높은 작동 온도에서 납이 녹으면서 전기적 단락 현상이 발생했다. 연구팀은 이를 해결하기 위해 화약 종이 표면에 용융염을 코팅하는 독창적인 친환경 기술을 개발해 국제특허를 출원하는데 성공했다.

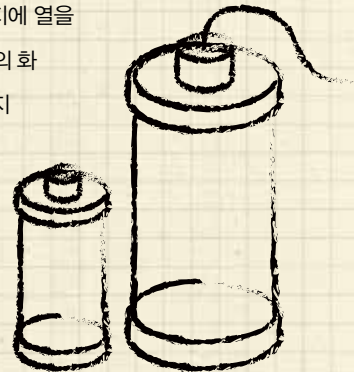
창의적 발상으로 한계를 극복하다

리튬(Li)은 이상적인 전극재료이지만, 녹는점이 180℃로 매우 낮아서 500℃의 고온에서 작동하는 열전지 안에서는 녹아 흘러내려 파열 및 폭발을 일으키는 원인이 된다. 당시 미국과 유럽의 유명 열전지 기업은 금속 분말을 적용해 액체 리튬을 잡아주는 독점 기술을 개발해 이 분야에서 세계신기록(2,781 A · s/g)을 자랑하고 있었다. 하지만 선진국의 기술을 추종하는 수준을 넘어 기술적 리더십을 가지고 이끌기 위해서는 우리만의 독창적인 접근방법이 필요했다. 외국 기술을 따라하면 국내 시장에서는 통할 수 있어도, 세계 시장으로 진출하는 데는 한계가 있었다. 연구팀은 나노 신물질 전극 개발이라는 새로운 도전에 착수했다. 이후 외국의 핵심특허 장벽을 회피하면서도 액체 리튬을 가둘 수 있는 방법이 무엇인지 고민한 결과, 물을 잘 흡수하는 스펀지 구조를 적용해보기로 했다. 마침 2012년 초 연구소에서는 도전적인 신기술 개발을 장려하는 선행핵심기술과제를 공모하고 있었다. 연구팀은 열정을 가지고 도전하면 충분히 신개념 전극재료 개발이 가능하리라 믿고 과제를 제안했고 마침내 해당 과제로 선정됐다. 때마침 기공 크기가 일정한 메탈폼(Metal Foam)이 국내에서 개발돼 샘플을 얻을 수 있었다. 이제 리튬을 메탈폼 속으로 녹여 넣기만 하면 되는 상황이었다. 그러나 쉽게 생각했던 이 실험은 1년이 넘는 시간동안 수없는 시행착오를 겪어야 했다. 하지만 ‘공융염 코팅’이라는 새로운 아이디어를 적용해 국제 특허를 출원하고 마침내 세계최고기록(3,009 A · s/g) 또한 경신할 수 있었다. 또한 연구팀은 나노기술로 전지의 출력을 높일 수 있도록 나노크기의 초미세 양극 분말을 만들기 위해 고에너지 분쇄를 시도했다. 하지만 분쇄된 입자들이 서로 엉겨 붙는 난감한 상황이 발생했다. 이때 소량의 흑연을 윤활제로 사용하는 아이디어가 떠올랐고 이를 적용하자 입도가 균일하고 출력특성이 향상된 나노 양극 분말을 제조할 수 있었다. 치열한 고민과 도전이 있었기에 돌파구를 찾을 수 있었던 것이다. 열전지와 같은 군수용 핵심부품은 특수한 용도로 제한돼 있어 경쟁성이 매우 부족한 분야다. 따라서 정부연구기관에서 주도적인 투자가 있어야 하고, 산·학·연의 사명감이 없다면 선뜻 참여하기가 어려운 현실이다. 열전지는 연구원들의 치열한 고민과 토의, 그리고 창의적인 도전으로 거둔 값진 결실이었다. 또한 연구소를 비롯한 기업, 학계, 정부출연연구소 등 다양한 기관의 혁신적인 협력이 빛을 발한 좋은 사례라고 말할 수 있다. 연구소의 국방전원기술팀 연구원들은 군에서 당장 필요로 하는 전기 개발은 물론 극한 환경과 미래 전장에서 필요로 하는 차세대 신개념 전원 개발을 위해 지금도 밤낮으로 열정을 불태우고 있다. ①



열전지를 소개합니다

비축전지(Reserve Battery)란 전극과 전해질이 비활성상태로 십년 이상 장기간 보관했다가, 필요한 시점에 활성화시켜 즉각적으로 전력을 얻을 수 있는 1회성·소모성 전지다. 또한 열전지(Thermal Battery)란 열을 가해 전해질을 녹여서 전지를 활성화시키는 대표적인 비축전지 중의 하나로, 주로 유도무기용 전원으로 사용되고 있다. 열전지는 상온에서는 전해질이 고체염 상태로 비활성을 유지해 작동하지 않다가 필요한 시점에 착화기를 이용해 열을 가하면 전해질이 용융돼 작동하는 전지로 구조적 안정성과 신뢰성 측면에서 탁월하다. 다시 말해, 평소에는 상온에서 고체 전해질 상태로 저장하다가 필요시 파이로테크닉을 이용해 고체 전해질을 약 500℃ 부근의 용융염 상태로 변화시켜 전지를 활성화시키는 것이다. 음극으로는 알칼리 혹은 알칼리 토금속을 사용하는데 주로 리튬합금을 이용하며, 양극은 전이금속의 황화물이다. 열전지에 열을 공급하는 화학열원은 단위셀(음극/전해질/양극) 사이마다 장착한다. 열전지는 내부의 화학열원으로 고체 전해질을 녹여야만 비로소 전지로 작동하게 되므로 '열 활성화' 전지라 말할 수 있다. 이에 따라 우수한 장기 보관성은 물론 탁월한 내환경특성, 넓은 사용 온도 범위 등 까다로운 군용 전원의 요구조건들을 대부분 만족시킴으로서 현재 군용 비축 전지분야에서 가장 널리 응용되고 있다.



한국형 전차포수조준경(KGPS)
국방 과학연구소

Chapter 24

전차에 탑재된 예리한 시선 '한국형포수조준경 (KGPS)'

- 독자개발, 우리도 할 수 있다!
- 매번 새로운 노력이 필요했던 구성품 개발
- 미래를 내다 본 연구팀의 선견지명



독자개발, 우리도 할 수 있다!

1980년대 국내에서는 미국 GDLS사의 도움으로 K1전차가 개발되면서 복합기능의 조준경을 처음 접하게 됐다. K1전차포수조준경은 미국 휴즈사(현 RAYTHEON사)제품인 GPS(Gunner's Primary Sight)모델을 채택했고, 전차장 조준경은 프랑스 SFIM사(현 SAGEM사)제품인 CPS(Commander's Panoramic Sight)모델을 채택했다. 1980년대 중반 미국에서 K1전차 시험을 끝낸 후 한국에서 전차 생산이 시작됐는데, 초도생산 단계에서는 현대정공(현 로템)이 해외의 전문업체로부터 조준경을 비롯한 부 시스템들을 직접 납품받아 전차를 조립 생산했다. 이후 초도생산에 이어 1단계 국산화 생산이 시작됐고, 이때부터 국내의 각 방산 업체가 해외 전문업체로부터 기술을 전수받아 생산을 시작했다. 1단계 양산을 시작하면서 포수조준경을 제외한 다른 모든 구성품들은 처음 채택된 해외 전문 업체의 부 시스템을 그대로 기술 도입해 생산했으나 포수조준경은 그렇게 하지 못했다. 국내 생산을 위한 가격 협상 시 최초 채택된 미국 휴즈사가 가격을 2배 이상 올렸기 때문이다. 때문에 결국 TI사(현 RAYTHEON사)의 포수조준경으로 변경해 기술도입생산을 실시했다. 그러나 1987년 1단계 국산화 제품의 납품 시점에 TI사의 조준경에 심각한 문제가 발생했다.

레이저 거리 측정이 되지 않는 등 도저히 전차에 장착할 수 없는 상황이었다. 때문에 이후 포수조준경의 납품을 중단하고, TI사 주도로 문제점 해결작업이 이뤄졌으나 성공하지 못했다.

결국 국방부는 연구소에서 문제점을 해결하도록 임무를 부여했고, 1년여의 노력 끝에 1991년 문제점을 모두 해결하고 양산을 시작하게 됐다. 그리고 이 과정을 통해 연구소는 미국의 포수조준경 기술을 파악할 수 있었다. 이후 우리도 포수조준경의 독자개발이 가능한 것으로 판단했고, 1992년 K1 전차의 부 시스템 중 최초로 한국형포수조준경의 국내 독자개발을 시작했다. 이후 1996년에 개발을 완료했으며, 지금 K1A1 전차에 장착해 사용하고 있다.

연구소는 1992년 5월부터 1996년 12월까지 조준경을 개발하기 위한 핵심기술개발 사업을 수행했는데 그동안 해외기술로 개발돼 K1전차에 탑재 운용되어 온 GPS와 GPTTS보다 성능이 우수하고 기능적으로 호환성이 있는 K1 및 K1A1전차용 포수조준경 개발을 목표로 했다. 개발의 주안점은 그동안 해외로부터 들어온 조준경에 비해 성능이 우수할 뿐만 아니라 운용자가 시스템 운용 상태와 고장 유무를 한눈에 볼 수 있도록 사용자 편리성을 강화하는데 중점을 뒀다.

또한 당시로는 드물게 포수의 운용영상을 모니터로 재현하고 녹화할 수 있는 기능을 만들어 훈련이 끝난 후 함께 녹화 영상을 보면서 훈련결과를 점검할 수 있도록 했다.

개발 전략은 먼저 조준경 체계전체의 운용개념 및 설계중점을 설정한 후 개략설계를 했다. 이후 그것을 바탕으로 안정화장치, 열상장치, 레이저거리측정기, 주간광학계장치 등 각 모듈별 상세설계 및 제작을 하

고, 시험평가를 거친 후 조준경 전체로 결합해 자체 시험평가 및 K1전차 및 K1A1전차 장착시험을 실시하는 순서로 개발을 진행했다.

매번 새로운 노력이 필요했던 구성품 개발

한국형포수조준경 개발에는 안정화장치, 주간광학장치, 열상장치, 레이저거리측정기 등 구성품 개발에 매번 새로운 노력이 필요했다. 우선 안정화장치는 개념 설계 이후 3차례에 걸쳐 설계 제작이 이뤄졌는데 개발 과정 중 기술과 경험 부족으로 많은 시행착오가 있었다.

안정화장치는 2축동작 시스템으로 기계부와 전자부 및 케이블로 구성되는데 기계구조물은 가공정밀도, 질량균형, 마찰력 최소화가 가장 중요하다. 이중 가공정밀도는 5/1000(mm)이하가 요구되는데 당시 전국적으로 이런 수준으로 가공할 수 있는 공장이 거의 없었다.

때문에 가공불량으로 인한 안정화 성능불량이 자주 나타났다. 특히 1차 시제 완료 후 시험평가를 거치면 서 많은 문제점이 나타났다. 대표적인 문제점으로는 김벌 구조물의 가공오차 및 안정화 취약성, 전기장치의 잡음과다 등이 있었다. 이를 극복하기 위해 김벌 구조물의 재질을 알루미늄에서 스테인리스로, 전력증폭기를 PWM(Pulse Width Modulation) 방식에서 선형 증폭 방식으로 변경했다. 이후 개발 결과 도입품에 비해 안정화 정확도가 2배 증가한 0.1mil(rms) 수준으로 완성할 수 있었다.

주간 광학장치는 원거리 표적을 확대해 볼 수 있는 일종의 망원경으로 K1전차와 K1A1전차에 탑재할 수 있도록 설계됐다. 또한 전자 주변의 근거리를 볼 수 있는 1배율 창과 원거리 표적을 볼 수 있는 10배율 망원경으로 구분해 설계됐다. 이 장치 역시 경험 부족으로 많은 시행착오가 있었는데, 특히 고온과 저온, 충격 환경에서 렌즈와 기계구조물의 열팽창 계수 차이로 인해 렌즈가 파손되는 경우가 많았다. 하지만 시행착오 끝에 문제점을 해결해 개발시험과 운용시험 모두 통과할 수 있었다.

개발 결과 도입품에 비해 광학분해능이 2배 개선된 수준으로 완성됐다. 한국형포수조준경을 개발하면서 국내에서 가장 취약한 부분은 열상장치였다.

당시 국내에서 단독으로 열상장치를 개발할 수 있는 능력이 부족했기 때문이다. 이에 따라 연구소는 이스라엘 ELO사(현 ELBIT사)와 협력해 열상장치를 개발했다. 표적의 열 영상을 전기신호로 바꾸는 신호검출 및 초기 신호처리 부분은 ELO사가 맡고 이후 영상처리, 기계구조물, 케이블 및 영상재현 모니터는 국내에서 담당했다. 운용측면에서 보면 케이블 TV같이 영상재현 모니터를 사용했기 때문에 조준경의 고장 및 운용

상태, 전자 사격통제장치의 필요정보 등을 포수에게 시각으로 제공할 수 있고 영상을 녹화하는 기능까지 있어 군으로부터 많은 호평을 받았다. 연구팀이 한국형포수조준경을 개발하면서 특히 역점을 둔 것은 개발 장비의 운용성 및 장비의 신뢰성이었다. K1전차의 개발시험과 운용시험을 통해 얻은 경험과 전자 승무원과의 대화를 통해 축적한 자료를 바탕으로 초기 운용성을 결정했으며, 장비가 개발된 후에도 운용 편리성을 위해 수차례 수정보완을 거쳤다. 또한 장비의 신뢰성을 입증하기 위해 개발 단계별로 많은 시험을 실시했다. 각 구성모듈별로 성능시험과 환경시험을 진행했으며, 구성모듈을 조준경 체계로 결합해 다시 성능시험 및 환경 시험을 실시하고 성능이 확인된 후에는 전자 장착시험을 실시했다. 전자 장착시험 단계에서는 전자체계차원의 납품시험에 준하는 시험을 실시했으며 최종적으로 사격까지 완료한 후에 군 운용시험을 실시했다. 약 1년 동안 군 운용시험을 거친 후 최종적으로 전투용사용가 판정을 받고 현재 K1A1 전차에 탑재돼 군에서 운용 중에 있다.

미래를 내다 본 연구팀의 선견지명

레이저거리측정기는 군사용으로 가장 넓게 사용되어온 장비중 하나다. 1960년대 Ruby 레이저가 개발됐고 1970년대에는 Nd-YAG 레이저, 1990년대에는 인체에 안전한 Nd-YAG Raman-Shifted 레이저 및 CO2 레이저가 개발됐으며 2000년대에는 주파수 가변형 레이저가 개발됐다. K1 전차의 경우 미국 휴즈사의 GPS에는 Nd-YAG레이저, TI사의 GPTTS에는 CO2 레이저가 장착돼 있다.

한국형포수조준경 개발 중 직면했던 가장 큰 문제는 레이저거리측정기 방식을 어떤 것으로 선택할 것인지에 대한 문제였다. 당시 세계적으로 전차에 사용하는 레이저거리측정기는 Nd-YAG 레이저와 CO2 레이저 두 가지 유형이 있었다.



Nd-YAG 레이저는 당시 미국의 모든 M1계열전차에 장착돼있었는데, 레이저가 사람의 눈에 맞으면 실명이 되는 등 인체에 치명적인 단점이 있었다. 이에 대한 대응책으로 개발된 것이 CO2 레이저였다. CO2 레이저는 인체에는 안전하나 부피가 많고 무게가 무거우며 비용이 비싼 것이 흠이었다.

따라서 한국형포수조준경에 사용할 레이저는 인체에 안전하고 간단하며, 가격이 저렴한 Raman-Shifted 레이저로 개발하기로 했다. 이 레이저는 당시 다른 용도로만 사용되고 있었고 전차용으로 사용된 예는 없었다. 더불어 당시 군은 CO2 레이저를 선호하고 있었기 때문에 사용자인 군을 설득하는 일에 어려움이 많았다. 당시 일부 사람들은 연구소가 개발하고 있던 한국형포수조준경에 대해 개발은 성공할 수 있지만 전력화는 불가능할 것이라고 말했다. 그러나

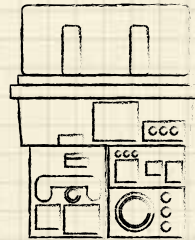
연구팀은 세계적인 기술적 흐름인 Raman-Shifted 레이저가 대세를 이룰 것이라는 확신을 가지고 있었으며, 성능이 좋은데다 가볍고, 가격도 저렴한 장비로 개발할 것을 추진했다.

개발이 종료돼 가던 1995년, 유럽에서 전차에 Raman-Shifted 레이저를 사용하기로 했다는 소식을 접했다. 그리고 뒤이어 미국도 같은 정책을 결정했다는 소식을 듣게 됐다. 연구팀의 선택이 옳았던 것이다. 이를 근거로 연구팀은 군과 국방부의 정책 결정자들을 설득시킬 수 있었고 군 운용시험을 위한 예산도 획득할 수 있었다. 📌



한국형포수조준경(KGPS)를 소개합니다

조준경은 전차나 장갑차 등 전투차량에 탑재해 전방을 관측하고 목표물을 탐지 추적하며 궁극적으로 운용자가 사격할 수 있도록 돕는 전자광학장치다. 표적에 대한 각종 정보와 안정된 조준선(LOS, line-of-sight)을 제공하는 등 전차나 장갑차의 '눈' 역할을 한다. 조준경은 전차장이 사용하는 전차장 조준경(CPS, Commander's Panoramic Sight)과 포수가 사용하는 포수조준경(GPS, Gunner's Primary Sight)이 있다. 두 조준경의 기능은 유사하나 운용자의 용도에 따라 특정 기능을 강화시켜 개발돼 있다. 조준경의 구성품은 안정된 조준선을 제공하는 안정화장치, 주·야간에 전방을 관측하는 주간광학장치와 열상장치, 표적까지의 거리를 측정하는 레이저거리측정기로 구성돼 있다. 이와 같이 다양한 센서로 구성돼 있는 복합 기능의 조준경은 2차대전 이후 주력전차로 사용되어온 M47이나 M48 전차와 같은 1~2세대 전차에서는 단순한 망원경이나 광학식 거리측정기 정도만 갖춘 형태였으나, 1970년대에 M1전차나 K1전차와 같은 3세대 전차가 개발되면서 복합 다기능의 조준경으로 발전했다.



한국형포수조준경은 기존의 조준경에 비해 기동 중 안정화 정확도, 관측 선명도 및 배율이 증가돼 사거리가 연장된 K1A1전차의 사용에 적합하다. 또한 화면 녹화기능이 있어 포수의 사격 및 비사격 훈련 시 표적에 대한 조준점의 위치확인이 가능해 훈련효과 증진 및 사격결과 검증이 가능하다. 기존의 K1전차 조준경으로는 전차장이 야간에 관측능력 등 작전능력이 제한됐으나 한국형포수조준경은 전차장에게 포수 열상 모니터를 제공해 야간에 전차장도 관측 및 거리측정, 사격 등이 가능하다. 기존의 조준경에 비해 레이저와 열상장치가 독립적으로 운용돼 운용상 편리하며, 열상장치 고장 시에도 정상사격이 가능하다는 특징이 있다. 또한 무색투명의 윈도우를 사용해 주간 광학계 영상이 자연색으로 관측이 편리하다. 덧붙여 조준경 전력소모가 약 40% 감소해 전차가 시동을 켜지 않은 상태에서 전차 배터리로 조준경을 가동할 수 있는 시간이 연장돼 기동비닉에도 유리하다. 전자 부품 수는 약 20% 감소했으며, 전체 구조물을 단순화했고 무게도 30% 감소했다. 이렇게 개발된 조준경은 당시 세계 최신 전차의 포수조준경과 비교하여 동급의 성능으로 완성됐으며 미국의 M1A2, 독일의 LEOPARD2, 이스라엘의 MERKAVA 전차의 조준경과 대등한 성능을 가지게 됐다. 한국형포수조준경은 도입품인 GPSS 및 기술도입품인 GPTTS에 비해 가격이 약 60%이하로 절감돼 KIA1전차 장착 시 막대한 국고 절약 효과를 가져왔다. 또한 국산화를 완성함으로써 추후 운용 및 정비유지에도 크게 유리해졌다. 특히 부품이 단종된 K1전차의 CO2 레이저거리측정기의 정비 유지의 어려움을 비교하면 개발된 조준경은 그 효과가 대단했다. 전차포수조준경이 국내에서 개발됨에 따라 포수조준경과 기술적으로 유사한 전차장 조준경과 탄도계산기 등 대부분의 사격 통제장치들이 국내에서 새롭게 개발돼 K1A1전차에 탑재 운용되고 있으며, 이후 K2전차 및 K21보병전투장갑차의 모든 전자 장비를 국산화 하는 시발점이 됐다. 또한 국내에서 개발된 한국형 다목적헬기인 수리온 헬기의 임무탑재장비도 국산화 하는 등 지상 장비는 물론 항공기의 전자장비도 국산화 하는 값진 초석이 됐다.

Chapter 25

창보다 빠른 최강의 방패 '능동파괴체계'

- 수동적 방호에서 능동적 파괴로...
- 능동파괴체계를 둘러싼 솔한 의구심



수동적 방호에서 능동적 파괴로...

러시아는 실제 전차에 능동방호기술을 적용한 선두주자였다. 전 세계적으로 능동방호 연구의 촉매가 되었던 사건은 '전차의 묘지'로 묘사되는 1994년 그로즈니 시가전이었다. 당시 러시아 연방으로부터 독립을 원하는 체첸군과 러시아 사이에서 분쟁이 발생했으며, 이를 진압하고자 러시아가 그로즈니 시가전에 68대의 전차를 투입했으나 체첸군의 대전차로켓탄에 의해 67대가 완파되는 일이 발생한 것이다. 시가전에서의 중형갑 전투 차량 참패는 장갑두께를 증가시켜 생존성을 확보하려던 기존의 수동적 방호개념에 큰 변화를 가져오게 됐다. 적을 파괴시키는 무기체계 개발에만 집중해 오던 서방국가들은 각종 전쟁 피해사례들의 분석했다. 이를 통해 탄속, 관통력, 사거리 성능 등이 빠르게 발전하는 대전차무기로부터 아군과 장비를 보호하기 위해서는 새로운 방식의 방호 기술이 필요함을 인식하게 됐다. 이에 대한 방안으로 위협체의 접근을 초기에 탐지해 위협 여부를 판단하고 이를 교란하거나 연막차장 후 안전한 곳으로 급속회피하는 유도교란(소프트킬)과 대응탄으로 직접 위협체를 무력화시키는 능동파괴(하드킬) 개념이 도출됐다. 러시아에 비해 후발주자였던 미국, 독일, 이스라엘 등도 1990년 중반부터는 비밀리에 관련 무기체계개발에 집중적인 노력을 기울이게 됐다. 북한은 상기 전쟁 사례를 바탕으로 값싼 대전차로켓탄의 효용성을 높이 평가해 2000년대부터 북한군 내 대전차로켓탄 전력을 대폭 증가시켰으며, 우리도 이에 대응하기 위해 K2전차부터 능동방호장치를 장착했다. 이를 통해 생존성을 높이고자 했으며 실전 배치된 기존 전차에도 대전차로켓탄에 대한 방호 능력을 보강했다.

능동방호기술은 적의 위협을 신속 정밀하게 탐지하는 기술과 이를 효과적으로 요격하는 대응기술이 유기적으로 한 치의 오차도 없이 결합돼야 하는 종합적인 기술 분야다. 국내에서는 1990년대 중반부터 개발에 착수했으나 기술 정보 제한, 인프라 부족 등으로 인해 본격적인 연구 진행에 많은 어려움을 겪었으며 부족한 기술은 국제공동연구를 통해 확보하고자 했다. 이에 따라 2002년 러시아, 2003년 독일이 약 900억 원 수준의 기술이전비를 요구했고, 2005년 이스라엘 역시 단계적 기술이전에 약 1,000억 원 수준의 기술이전비를 요구했으며, 미국은 기술이전 자체를 거부했다. 특히 러시아는 러시아의 능동파괴체계 중 하나인 ARENA를 성공시키기 위해 수만 발의 미사일을 발사해 기술적 오차 요소를 해결했기에 한국의 기술로는 불가능하다며 우리와의 기술협상에서 주도권을 놓치지 않으려고 했다. 결국 상대국의 과도한 기술이전비 요구로 인해 국제공동연구계획은 수포로 돌아갔다.

한편 연구소에서는 2004년부터 2005년까지 크레모어를 이용한 대응파괴기법에 대한 선행연구를 자체 수행하며 고정식 대응탄 시스템에 대한 기본 분석 기술을 확보했고 레이더 등 주요 구성품에 대한 모델링을 실시해 능동파괴체계의 설계 요구도 설정을 위한 시뮬레이션 초기 단계를 수행하고 있었다.

이 와중에 능동파괴체계가 대전차미사일과 대전차로켓탄으로부터 전차의 생존성을 2~6배 이상 증대시킬 수 있음이 국내외적으로 분석됨에 따라,

2005년 초 연구소는 능동파괴체계 개발이 차세대 혁신기술 분야로써 관련 기술 확보 차원에서라도 반드시 개발해야 할 과제라고 판단해 이를 순수 국내기술로 독자 개발하게 됐다. 이후 2002년부터 2008년까지 대전차미사일 공격에 대해 복합연막탄을 발사해 미사일의 기능을 교란시킬 수 있는 유도교란 방식의 능동방호장치(소프트킬)를 개발해 K2전차에 장착했다. 또한 2011년 도심 작전 및 시가전을 대비해 대전차로켓탄 까지도 막아낼 수 있는 능동파괴체계(하드킬)를 독자 개발했다. 이 무기가 실전 배치되면 기존의 수동적 방호개념에서 한발 더 나아가 승무원의 조작 없이 전차 스스로 접근하는 적 위협체를 정밀하게 탐지 및 추적해 근거리에서 무력화시킴으로써 전차는 물론 승무원의 생존성을 크게 향상시킬 수 있다. 이 기술은 적의 미사일, 로켓탄, 무인기 등의 위협으로부터 함정, 헬기, 국가 주요 시설 등을 보호하기 위한 핵심 기반기술로 지속 발전 중에 있는 상태다.

능동파괴체계를 둘러싼 술한 의구심

능동파괴체계 개발 과정은 중기계획서에 반영돼 사업화되는 과정에서부터 많은 난관에 부딪혔다. 이유는 단순했다. 수백 m/s로 날아오는 미사일을 레이더로 탐지 추적해 3차원 교전위치를 계산하고, 발사장치 구동 후 대응탄을 발사해 위협체를 무력화하는 시간이 고작 1초 이내이기 때문이다. 이 모든 과정이 눈 깜빡할 사이에 조금의 실수도 없이 가능해야 했다. 이 때문에 연구소 최초로 기술검토위원회가 구성돼 능동파괴체계 과제의 운용개념, 목표 설정의 적합성, 기술적 위험도, 개발 가능성 등을 면밀하게 검토했다. 연구소 내 체계, 레이더, 성능분석 등 각 분야의 내로라하는 전문가들을 모아놓고 검토를 받은 것이다. 향간의 소문에는 이 기술이 성공하면 '내 손에 장을 지지겠다'고 다소 격하게 말하는 사람도 있었다. 기술검토위원회는 국회청문회와 비슷한 분위기에 진행됐다. 개념은 좋는데 도대체 개발이 가능한 기술인 것이냐는 무수한 질문에 논리적인 답변과 물리적으로 가능하다는 것을 기술적으로 설명하는 시간을 가져야 했다.

개발을 담당할 연구팀에게도 무턱대고 도전하는 열정보다는 냉철한 이성으로 개발가능성을 자체적으로 검증하고 재확인할 수 있는 중요한 시간이 됐다.

기술검토위원회의 결정은 응용연구 3년과 시험개발 4년으로 통해 단계적으로 사업을 진행하는 것이었다. 즉, 먼저 기술적 타당성을 검증한 후 시험개발 여부를 결정하자는 것이었다. 그러나 군의 요구는 달랐다. 북한의 대전차로켓탄 전력 증강에 즉각적으로 대처하기 위해 5년간의 시험개발 후 조기 전력화를 원했다. 무모한 도전처럼 여겨진 능동파괴체계 개발은 2006년 8월에 착수해 2011년 종료됐다. 개발 초기부터 술한 의구심이 제기되고 위험사업으로 분류돼 주목을 받았지만 연구소는 개발시험과 군 운용시험을 성공적으로 통과해 당당히 군사용 적합 판정을 획득하는 쾌거를 이뤘다. 🙌



능동파괴체계를 소개합니다.



능동파괴체계의 교전 모습

능동파괴체계는 K2전차를 향해 날아오는 적의 대전차미사일이나 대전차로켓탄(RPG, Rocket Propelled Grenade)을 탐지, 추적해 순식간에 대응탄을 발사해 파괴시키는 무기체계다. 능동파괴체계는 크게 3차원 탐지추적레이다, 열상탐지추적기, 통제컴퓨터, 발사장치 및 대응탄으로 구성돼 있다. 탐지추적레이다, 열상탐지추적기 및 발사장치는 전차의 좌, 우에 각각 1조씩 장착되며 1개의 발사장치에는 2발의 대응탄이 장착된다. 이 체계는 약 170m 전방에서 날아오는 적의 대전차미사일과 대전차로켓탄을 탐지추적레이다 및 열상추적기를 이용해 자동으로 탐지하고 추적한다. 두 센서로부터 받은 추적정보는 통제컴퓨터에서 융합추적 기술을 이용해 위협체의 비행궤적을 예측하고 교전판단을 수행하며 위협으로 최종 판단됐을 시 교전위치로 발사장치를 구동해 파편형 대응탄을 발사한다. 발사된 대응탄은 아군 전차의 약 10~15m 근방에서 적의 대전차미사일을 파괴한다. 위협체 탐지부터 파괴까지 일련의 과정이 모두 1초 이내에 전자동으로 이루어지는 세계 최첨단 기술이다.



쉬어가는 페이지

국방 소재의 종류와 특징



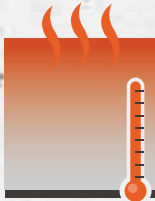
철재

전차나 장갑차에 사용되는 장갑 재료 및 방탄복이나 포탄에 사용되는 대장갑 재료



동재

철강 계열의 고강도 구조재료와 플라스틱 및 비철계열의 경량 구조재료



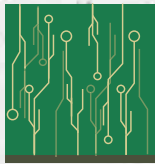
세재

고온, 고압, 고속 환경에서도 잘 견딜 수 있는 내열 재료와 단열 재료



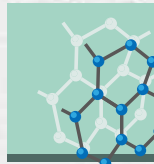
넷재

레이더나 적외선 등에 탐지되지 않는 스텔스재료



다섯재

센서, 전지 등 전자 소재 및 부품 등에 사용되는 전자재료 · 소자



여섯재

탄소나노튜브와 같이 나노 크기의 단위구조로 이뤄진 나노 재료



일곱재

특수기능재료로서 레이더 안테나를 보호하기 위한 레이돔 재료와 사용 환경에 따라 재료의 기능과 특성이 변하는 지능형 재료

국방소재

소재(素材)의 사전적인 의미는 '어떤 것을 만드는데 바탕이 되는 재료'다. 국방 소재는 유도 무기, 항공기, 잠수함, 로봇 등 무기체계를 구성하는 재료를 의미하며 첨단 무기체계의 성능을 결정짓는 핵심적인 역할을 한다. 다양한 소재들이 모여 하나의 무기체계를 만드는 것이다.

국방 소재는 정부의 과학기술 표준분류체계에 따라 총 7개 재료 군으로 나눌 수 있다. 이러한 다양한 국방 소재는 무기체계를 구성하는 모든 부품에 사용된다. 구조재료는 무기체계의 뼈대를, 전자재료·소자는 무기체계의 두뇌와 눈, 귀를 만들고 장갑재료, 내열·단열재료, 스텔스재료는 방호구조, 대장갑재료는 공격수단에 쓰인다. 무기체계는 일반적인 기계장치나 부품보다 훨씬 더 가혹하고 극한 환경에서도 정상적으로 작동해야 한다. 예를 들어 영하 50°C의 극지방에서 휴대폰이나 mp3는 작동되지 않는다 하더라도 전차, 소총 등의 무기체계는 반드시 작동해야만 한다. 전장은 때와 장소, 기후를 가리지 않으며 아군의 생존성은 무기체계에 달려있기 때문이다. 극한 환경이라고 해서 무기체계

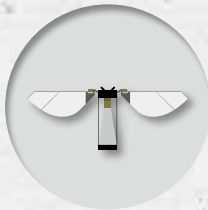
가 작동하지 않는다면 아군은 전투를 수행할 수 없는 무력화 상태에 빠지게 된다. 거친 전장에서 사용되는 국방 소재는 외부로부터 가해지는 힘이나 충격, 열, 온도 등이 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 범위를 크게 벗어나므로 요구되는 품질 수준이 일반 소재보다 매우 높으며, 가격 또한 고가다. 따라서 국방 소재는 특수한 첨단기술 공정을 통해 제조되며, 품질 평가도 엄격한 기준을 만족시켜야 한다.

전장 환경에서 높은 생존성과 큰 파괴력은 무기체계의 본질적인 요구 사항이다. 미래에도 이러한 사항은 변함없을 것이며 국방 소재의 개발 방향은 생존성 향상과 파괴력 증대를 위한 다기능화, 고성능화 등을 더욱 중요시 할 것이다. 그러나 과학기술의 발전에 따라 재료에 대한 이해력과 도구의 발전으로 소재 개발의 방법론과 결과물이 달라질 수 있다. 미래 국방 소재로는 메타물질을 적용한 능동형 스텔스 소재, 투명 소재, 자가 치유 소재, 무한 전원용 소재, 무선 전원 송출용 소재 및 극한 환경용 고기능 에너지 복합 소재 등이 개발될 것으로 예상된다.

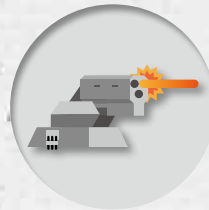
쉬어가는 페이지

미래에는 어떤 무기가 개발될까?

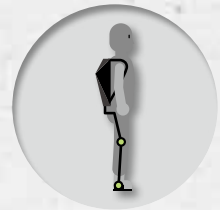
지상 무기



곤충로봇

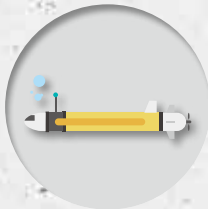


레이저 요격무기

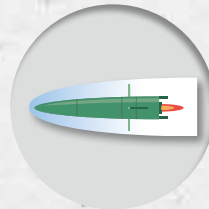


근력증강로봇

해상 무기



무인 잠수정

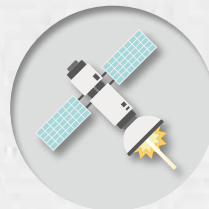


초공동 어뢰

공중 무기



무인감시정찰기



위성발사 레이저

미래무기

영화 <스타워즈>, <아이언맨>과 같은 공상과학 영화에 등장하는 레이저 포, 외골격 슈트 등의 첨단 무기가 점점 현실로 다가오고 있다. 미래에는 로봇, 자율, 인공지능, 사물인터넷(IoT), 우주공학, 나노기술, 생명공학 등의 과학 기술이 급속도로 발전할 것으로 예상되며, 특히 지능정보 기술은 국방 분야에도 활발하게 확장될 것으로 판단된다. 이와 같은 과학기술의 발전으로 미래 전장공간은 현재의 지상, 해상, 공중 등 3차원 공간에서 우주, 사이버 영역까지 5차원 공간으로 확대될 것으로 예상되며 전투의 형태도 인명 중시 차원에서 무인화, 자율화에 초점을 맞춰 로봇 및 무인장비 등으로 대체해 나갈 것으로 보인다. 또한 적이 나를 발견하지 못하게 하는 스텔스 기술이나, 가능한 한 인명을 살상하지 않고 전자전, 사이버전 기술을 통해 상대의 장비 기능을 마비시켜 일정기간 동안 무력화 시키는 비살상무기 등도 등장하고 있다.

미래 전장에서는 전투의 효율성, 효과성, 신속성이 중요한 요소로 옹할 것으로 예상된다. 이를 위해 급속도로 발전하고 있는 지능정보를 활용해 인간이 아닌 로봇 등의 관련 장비가 전투 및 전투지원 임무를 대신 수행하게 될 것이다. 또한 빠른 시간 안에 전투 효과를 달성하기 위한 모든 전투원의 전장 정보 공유 및 실시간 지휘통제가 가능해질 것이며, 교전 양상 역시 숨어있는 표적을 정확히 찾아내 정밀하고 신속하게 타격할 수 있는 형태로 발전할 것이다. 미래에는 전장영역이 5차원으로 확대되면서 위성, 통신기술 등 우주 공간을 활용하는 우주전과 적의 핵심시설 또는 장비의 기능을 마비시키기 위해 네트워크와 정보통신 수단을 무력화하는 사이버전과 전자전도 중요한 키워드로 등장할 것이다. 전장에서는 먼저 보고 먼저 타격하는 자가 승리할 수 있기 때문에

불확실한 전장상황을 신속하고 정확하게 판단하고 결정하기 위한 인공 지능 기반의 지능정보 기술이 빠른 속도로 발전할 것으로 예측되며, 적의 수단을 효율적이면서도 효과적으로 제압하기 위해 정밀화, 고속화, 초소형화 관련 기술이 무기체계에 적용될 것이다. 또한 자연환경에서 나타나는 현상이나 원리들을 활용하는 생체모방 기술이나 이를 통합한 군집로봇기술 또한 적극 이용될 것으로 예측된다.

연구소는 2014년 국방고등기술원을 신설해 미래전 대비와 미래 무기 개발에 박차를 가하고 있다. 미국의 혁신적 연구의 산실인 DARPA는 인터넷, GPS, 스텔스 등을 개발해 인류 생활의 패러다임을 획기적으로 전환한 연구기관으로 잘 알려져 있다. 국방고등기술원은 미국 DARPA를 롤 모델로 삼아 미래를 선도할 획기적인 아이디어를 현실로 구현하기 위한 목적으로 설립됐다. 국방고등기술원은 과감하게 연구개발 패러다임을 전환해 창의, 도전적 아이디어와 융·복합 기술로 미래전을 대비하는 국방연구개발을 추진해 나가고 있다. 더불어 창의적 아이디어로 구현된 연구개발 결과를 무기체계에 연결해 새로운 개념의 무기를 창출하거나, 한국군의 미래전을 대비한 전투수행개념의 연구로부터 우리가 갖추어야 할 효과적인 수단 또는 방법들을 분석하고, 해당 개념을 기반으로 기존에 없었던 무기체계를 발굴하는 활동을 수행하고 있다. 또한 국방고등기술원은 창의적인 미래전투개념을 기반으로 이를 구현하기 위한 기술을 획득하는 방법으로 우수한 산학연 기술을 발굴해 접목하거나, 일부 등장(Emerging) 및 혁신기술 분야에 대한 자체(In-House) 연구개발을 통해 관련 기술의 신속한 확보를 추진하고 있다.



- 발행일 | 2016년 10월 25일
- 발행처 | 국방과학연구소 대전광역시 유성구 유성우체국 사서함 35호
- 기획 | 국방과학연구소 정책기획부 대외협력실(042-821-4274) www.add.re.kr
- 디자인 · 제작 | 디자인스튜디오 203 대전
- 관리번호 | ADD-PR-16-010